



Beobachtungen

und

theoretische Untersuchungen

über die

Stralenbrechung.

Von

H. W. Brandes,

Herzoglich Holstein - Oldenburgischem Deich - Conducteur.

Erster Band,

welcher die Beobachtungen und empirische Resultate aus denselben enthält.

Mit 11 Tabellen und 2 Kupfern.

Oldenburg,
in der Schulze'schen Buchhandlung.
1807.

Beobachtungen
über die
Stralenbrechung
und
empirische Resultate aus denselben.

Erster Abschnitt.

Beobachtungen über die Variationen der scheinbaren Höhe irdischer Gegenstände.

1.

Obgleich es eine lange bekannte Wahrheit ist, daß nur in sehr wenigen Fällen die Lichtstralen von einem entfernten Gegenstande auf der Erde in gerader Linie zu unserm Auge kommen, und daß wir daher selten oder vielleicht niemals die Gegenstände in derjenigen Richtung sehen, in welcher wir sie sehen würden, wenn der Lichtstral durch einen gänzlich leeren Raum oder durch ein völlig gleichartiges Medium zu uns gelangte, so ist doch die Anzahl der Beobachtungen über diese Brechung des Lichtstrals in den untern Luftschichten noch immer nicht so groß als es bei einem so interessanten Gegenstande zu wünschen wäre, und noch immer fehlt es uns an sichern Regeln, um die wahre Höhe eines Gegenstandes auf der Erde aus seiner scheinbaren Höhe zu bestimmen.

Was diese Bestimmung besonders schwierig zu machen scheint, sind die großen Aenderungen, denen die scheinbare Höhe eines bestimmten Gegenstandes, den man aus einerlei Standpuncte betrachtet: unterworfen ist, und die so erheblich sind, daß wer hierauf nicht Rücksicht nähme, manchmal die Höhe desselben Gegenstandes zu einer Zeit um mehr als hundert Fuß größer anschlagen würde, als zur andern, daß solche Verschiedenheiten in der Brechung des Lichtstrals bei einem Medio, welches wie die Luft so sehr veränderlich in Hinsicht seiner Dichtigkeit und Brechungsk[illegible] wohl statt [illegible] können, das sieht man nun zwar im Allgemeinen leicht [illegible] Aenderungen [illegible], welche Beschaffen-

heit die Bahn des Lichtstrals habe, und ähnliche Fragen, sind, wie mich dünkt, durch die bisherigen Beobachtungen noch nicht genügend beantwortet, und auch die Theorie gab über diesen Gegenstand nur wenig Licht, da sie auf die speciellen Umstände, worauf es hier ankömmt, keine Rücksicht nahm. Ueber einige wichtige Fragen, welche bei dieser Lehre vorkommen, haben allerdings die bisher bekannt gewordenen Beobachtungen ziemlich befriedigende Aufschlüsse geben. Besonders sind Hrn. Woltmanns Beobachtungen und Grubers Untersuchungen sehr lehrreich, da sie nicht blos die Größe der Variationen zeigen, welchen die scheinbare Höhe eines Gegenstandes unterworfen ist, sondern auch einige Hauptumstände angeben, von welchen es abhängt, ob der Gegenstand höher oder niedriger erscheint *); aber dennoch blieben noch sehr viele Untersuchungen übrig, über welche mehr Licht zu verbreiten, der Zweck meiner Beobachtungen war: — ich hoffe zu zeigen, daß diese Absicht wenigstens zum Theil erreicht worden ist.

2.

Zweck der Beobachtungen.

Wenn wir auch über die Ursachen, welche die Variationen der scheinbaren Höhe entfernter Gegenstände bewirken, gänzlich unbelehrt blieben, so würde es doch schon sehr wichtig seyn, wenn man aus Beobachtungen empirische Regeln ableiten könnte, durch welche sich aus der gegebenen scheinbaren Höhe eines einzigen Gegenstandes von bekannter Entfernung und Höhe, bestimmen ließe, wie zu eben der Zeit andre ähnlich liegende, aber an Entfernung und Höhe verschiedene Gegenstände erscheinen müßten, oder wenn man die Frage beantworten könnte, wie die gleichzeitige Aenderung der scheinbaren Höhe von Gegenständen auf der Erde von ihrer Entfernung und wahren Höhe abhänge? — Solche empirische Regeln aufzusuchen, war daher der erste Zweck meiner Beobachtungen. Zugleich hofte ich eine zweite Frage zu beantworten, nämlich wie die Variationen der scheinbaren Höhe sich ändern, wenn der Standpunct des Beobachters mehr oder minder hoch über der Oberfläche der Erde liegt; und auch hierüber habe ich einige Beobachtungen angestellt, deren Zahl indeß geringe ist, und die überhaupt keine so große Vollständigkeit erlangen konnten, weil die Wahl der Gegenstände hier beschränkter war.

---

*) Von diesen Beobachtungen steht eine sehr vollständige Nachricht in Gilberts Annalen der Physik. 3. Band.

Es war meine Absicht diese Fragen für die zwei verschiedenen Fälle zu beantworten, da der Lichtstral entweder über eine Wasserfläche oder über ein ebenes, trockenes Land geht, aber nur der lezte Theil dieses Planes ist eigentlich ausgeführt worden. Zu den ersten Beobachtungen an Gegenständen, wo der Lichtstral über eine Wasserfläche zum Auge gelangt, schien die hiesige Gegend vorzüglich geeignet, da man über dem breiten Meerbusen der Jahde sehr ungleich entfernte Gegenstände zu beobachten Gelegenheit hat; und wirklich habe ich eine beträchtliche Reihe solcher Beobachtungen angestellt. Aber ich wußte damals, als ich diese Beobachtungen anfing, noch nicht, oder bedachte nicht, wie verschieden doch immer die Beschaffenheit der Gegenden sei, über welche der Lichtstral von dem einen und dem andern Gegenstande fortging, und wie bedeutenden Einfluß dieses (der beim ersten Anblick ziemlich erwünscht scheinenden Gleichförmigkeit der Gegend ungeachtet,) auf die Refraction haben könne. Diese Beobachtungen führten daher zu keinen recht sichern Resultaten und ich werde deswegen auch hier nur kurz das Wichtigste von diesen Beobachtungen anführen.

Ein desto besseres Vorurtheil hoffe ich dagegen von denjenigen Beobachtungen erregen zu dürfen, wo der Lichtstral über eine ebene Erdfläche ging. Zu diesen war unsre völlig ebene gleichförmige Marsch vorzüglich passend und sie haben wirklich so bedeutende Resultate gegeben, als ich hofte. Man mögte nun zwar wünschen, die Beobachtungen auch an solchen Gegenständen angestellt zu sehn, deren Höhe beträchtlicher ist, aber da unsre Marschgegenden keine solche enthalten, so konnte ich diesen Wunsch nicht erfüllen. Diese Beobachtungen zeigten auch eine sehr bestimmte Regel, wie die scheinbare Höhe der Gegenstände sich nach den Tageszeiten ändert, und führten so zu einer bestimtern Vermuthung über die Ursache dieser Aenderungen.

Schon mehrere Beobachter hatten zwar die ungleiche Erwärmung der Luft in verschiedenen Höhen, als einen vorzüglichen Grund mancher hier vorkommender Phänomene angegeben; aber so viel mir bekannt ist, hatte noch keiner durch Beobachtungen gezeigt, daß die Aenderungen der Refraction ganz genau mit der Aenderung der Unterschiede der in verschiedenen Höhen statt findenden Wärme übereinstimmen. Dieses darzuthun, waren meine fernern Beobachtungen bestimmt, und wenn die ersten Beobachtungen nur dahin leiten konnten, empirische Regeln für die Bestimmung der gleichzeitigen Aenderungen der scheinbaren Höhe verschiedener Gegenstände anzugeben, so müssen die leztern, wofern sie ihren Zweck erreicht haben, uns in der theoretischen Bestimmung Refraction einen Schritt weiter bringen.

3.

Methode der Beobachtung.

Um die scheinbaren Höhen der Gegenstände abzumessen, kann man sich der Winkelinstrumente oder Mikrometer nicht wohl bedienen; schon deswegen nicht, weil es allzu beschwerlich wäre, bei einer etwas erheblichen Reihe von Beobachtungen, die man nicht allemal von einem bequem eingerichteten Observationszimmer anstellen kann, immer ein völlig genau gestelltes Niveau anzuwenden und so die Höhenwinkel zu bestimmen. Weit bequemer ist folgende Methode, durch welche sich auch eine große Genauigkeit erreichen läßt.

Es sei (Fig. 1.) ab der Gegenstand, auf dessen Spitze b die Beobachtung gerichtet ist, und c sei der Standpunct des Beobachters. Man setze in c einen geraden, genau vertical stehenden Pfal, cd, an welchem man bei der Beobachtung das Fernrohr in jeder willkürlichen Höhe befestigen kann, und errichte endlich in der Richtung nach dem beobachtenden Gegenstande zu, in einer Entfernung von etwa 1000 Fuß, ein feststehendes Signal, etwa einen zweiten fest eingeschlagnen Pfal ef, von solcher Höhe, daß seine Spitze f die Spitze b des Gegenstandes verdeckt, wenn das Auge sich in einer bequemen Höhe in d befindet. Wenn dieses geschehen ist, so bestimmt man durch ein genaues Nivellement den Punct k, wo die durch f gezogne Horizontallinie die Verticale cd trift, und trägt nun von k an auf kc eine Theilung, welche angibt, in welcher Höhe unterhalb oder oberhalb k sich das Auge d befindet, indem die Spitze f den Punct b verdeckt: — diese Höhe kd gibt die scheinbare Höhe des Punctes b an, da $\frac{kd}{kf}$ gleich der Tangente des Höhenwinkels ist oder, (da hier wegen der Kleinheit der Winkel, Tangente und Bogen verwechselt werden dürfen,) gleich dem Bogen, welcher dem Höhenwinkel kfd bei dem Halbmesser = 1 zugehört.

Wäre nun die Refraction unveränderlich, so würde bei jeder wiederholten Beobachtung allemal d der Punct sein, wo man das Auge oder das Fernrohr halten müßte, wenn die Spitzen f und b einander verdecken sollten; da aber dieses nicht der Fall ist, so wird man fast bei jeder Beobachtung die Puncte d, h, wo man das eine und das andremal das Fernrohr halten muß, verschieden finden, und so die verschiedene scheinbare Höhe bestimmen.

4.

Wegen dieser Veränderlichkeit der Refraction ist es nicht gut, die Entfernung der beiden Signale cd und ef allzu groß zu nehmen, weil man sonst entweder, wenn der Gegenstand b

hoch erhoben erscheint, das Auge allzutief herab bringen; oder im Gegentheil, wenn der Gegenstand b niedrig erscheint, das Auge allzu sehr erheben müßte. Auch aus einem andern Grunde darf diese Entfernung nicht allzu groß sein. Die eben angeführte Berechnung der scheinbaren Höhe des Punctes b ist nämlich nur dann richtig, wenn der von f zum Auge kommende Lichtstral als völlig gerade betrachtet werden kann; aber dieses findet desto weniger statt je größer die Entfernung ce ist. Im allerstrengsten Sinne ist der von f nach d kommende Lichtstral fast nie gerade, und daher gibt man, wenn dieser Lichtstral eine gegen die Erde concave Linie bildet, nach dieser Methode die scheinbare Höhe des Punctes b zu klein, im entgegengesezten Falle aber zu groß an: — indeß kann der Fehler nicht sehr bedeutend werden, wenn die Entfernung ce nicht mehr als 1000 bis 1200 Fuß beträgt. Im Gegentheil ist es auch nicht zweckmäßig, diese Entfernung zu klein anzunehmen, da alsdann die Winkel sich aus den geringen Aenderungen der Höhe des Auges nicht mit Genauigkeit bestimmen lassen.

Um die Beobachtung mit Genauigkeit anzustellen, muß man eine Einrichtung an dem Pfale cd anbringen, wodurch man dem Fernrohre eine ruhige Lage verschaft, zugleich aber im Stande ist, die Höhe desselben willkürlich zu ändern. Bei meinen Beobachtungen diente hiezu der viereckige Kloz (Fig. 2.) ab, auf dessen Zapfen a die Unterlage des Fernrohrs ruhte; er ward vermittelst zweier Schrauben c fest an dem Pfale befestigt, und wenn man diese löste, an der glatt gehobelten Seite des Pfals auf und nieder geschoben. Diese Einrichtung diente mir zugleich zur bequemern Bestimmung der genauen Höhe des Fernrohrs. Auf dem Pfale selbst nämlich war nur eine Theilung von 3 zu 3 Zollen, wie in der Figur bei 0, 3, 6, 9 gezeichnet; an dem angeschraubten Stücke aber waren von der obern horizontalen Fläche ae an, 3 Zolle nach ad herunter getragen und diese in einzelne Zolle und Achtel getheilt; es ließ sich also die Lage des Punctes e und ebendamit auch die Lage des Fernrohrs ganz genau bis auf ein Sechzehntel eines Zolles angeben, und die scheinbare Höhe des Gegenstandes ward hiedurch bis auf eine Secunde bestimt.

Ich gehe jezt zur Erzählung der einzelnen Beobachtungen über.

Beobachtungen im Sommer 1803,

größtentheils an Gegenständen angestellt, von welchen der Lichtstral über eine Wasserfläche zum Auge kam.

5.

Diese Beobachtungen sind schon in Gilberts Annalen der Physik, Band 17. umständlich erzählt; ich werde daher hier nur etwas weniges von denselben wieder anführen. Es waren die ersten, die ich über diesen Gegenstand anstellte, und sie sind nicht so genau und vollkommen, als die folgenden. Das Fernrohr lag dabei nicht auf einer festen Unterlage, sondern ward blos mit der Hand an dem Pfale gehalten; die Angaben der Höhe des Auges sind daher nur bis auf Viertelzolle, oder etwa bis auf 3 Sec. im Winkel genau. Ferner war das Nivellement zu Bestimmung der Höhen der Signale nicht mit der Genauigkeit angestellt, wie bei den folgenden, da ich damals kein so gutes Instrument erhalten konnte. Endlich sind auch die Beobachtungen, die auf verschiedne Gegenstände gerichtet waren, nicht so genau gleichzeitig, als es bei schnellen Aenderungen der Refraction nöthig ist, indem sie aus verschiedenen Standpuncten angestellt wurden.

Auch dadurch wird der Werth dieser Beobachtungen vermindert, daß der Lichtstral, obgleich er größtentheils über eine Wasserfläche ging, doch nicht durch eine völlig gleichförmige und zu allen Zeiten gleiche Gegend ging. Diesem Umstande, worüber ich mich noch etwas näher erklären muß, ist es wol vorzüglich zuzuschreiben, daß die Beobachtungen keine so bestimmte Resultate gaben, als man erwarten sollte. Schon die Wasserfläche selbst, über welche der Lichtstral zum Auge gelangte, ist bei einem der Ebbe und Fluth unterworfnen Gewässer, wie es der Meerbusen der Jahde ist, zu veränderlich; — ihre Höhe ändert sich innerhalb 6 Stunden ohngefähr um 12 Fuß; es werden zuweilen einige Gegenden von Wasser entblößt, die zu andrer Zeit ziemlich tief mit Wasser bedeckt sind; die Erwärmung des Wassers bei diesem verschiedenen Stande und bei diesen verschiedenen Tiefen ist ungleich, u. s. w. Ueberdies konnten nicht alle beobachteten Gegenstände so ausgewählt werden, daß sie dicht am Ufer des Wassers lagen, es blieb daher unentschieden, wie viel der Lichtstral sich da, wo er über Land ging, und da, wo er sich oberhalb des Wassers fortpflanzte, von seiner ersten Richtung abgelenkt habe, und da diese Ablenkungen, die er in dem einen und in dem andern Theile

seiner Bahn erfuhr, bald von einerlei, bald von entgegengesezter Art sein konnten; so konnten hieraus sehr bedeutende und sehr mannigfaltige Irregularitäten entstehen. Ich führe daher diese Beobachtungen nicht an, um Folgerungen daraus zu ziehen, sondern nur um einzelner Merkwürdigkeiten willen.

6.

Beobachtungen aus Standpuncten von verschiedener Höhe.

Der Gegenstand dieser Beobachtungen war die Kirche eines Dorfes Bockhorn jenseits der Jahde, südwestwärts von dem Standpunete des Beobachters. Ihre Entfernung betrug 62000 pariser Fuß; sie liegt in einer sandigen Gegend auf einer kleinen Anhöhe, 17500 Fuß vom Ufer der Jahde; diese Strecke durchläuft der Lichtstral also oberhalb eines festen Bodens, die folgenden 44500 Fuß aber geht er über Wasser fort, oder wenn es Ebbe ist zum Theil über einige vom Wasser entblößte Watten und Sandbänke.

Die Beobachtungen wurden von zwei Standpuncten angestellt, deren Höhe um 14 Fuß verschieden war; das Dach jener Kirche hätte also, wenn keine Refraction statt fände, in dem untern Standpuncte immer um 45 Sec. höher über der scheinbaren Horizontallinie erscheinen müssen, als in dem höhern Standpuncte. Aber dieses fand sich bei weitem anders. Die scheinbare Höhe schwankte bei dem niedrigen Stande des Beobachters von 11 Min. 12 Sec. oberhalb, bis zu 2 Min. 36 Sec. unterhalb der scheinbaren Horizontallinie, und wenn das Auge sich 14 Fuß höher befand, so waren die beobachteten Grenzen dieser Aenderung 6 Min. 58 Sec. oberhalb und 1 Min. 54 Sec. unterhalb der scheinbaren Horizontallinie. Die größte scheinbare Höhe fand in beiden Standpuncten am 9. April Nachmittags um 4 Uhr statt, bei schwüler Gewitterluft; die kleinste scheinbare Höhe am 12. April Nachmittags um 3 Uhr bei rauhem Wetter, wie es nach Gewittern zu folgen pflegt. Der Unterschied der in beiden Standpuncten bestimten scheinbaren Höhe betrug im ersten Falle 4′ 14″, statt daß er nur 45″ hätte betragen sollen, und die in beiden Beobachtungspuncten an die Bahn der beiden Lichtstralen gezognen Tangenten durchschnitten einander in einer Entfernung, die nur ein Fünftel der wahren Entfernung betrug. Noch auffallender aber ist die Beobachtung am 12. April. Bei dieser erschien im niedrigen Standpuncte die Kirche um 42″ tiefer unter dem scheinbaren Horizonte, als oben, obgleich sie eigentlich um 45″ weniger tief unter demselben hätte erscheinen sollen; die Richtungslinien, nach welchen man diesen Gegenstand sah, divergirten also, und, statt daß sie sich, ohne Einwirkung der Refraction, in dem Puncte durchschneiden sollten, wo der Gegenstand sich wirklich befindet, durchschnitten sie sich hier hinterwärts hinter dem Rücken des Beobachters.

Beobachtungen im Sommer 1

größtentheils an Gegenständen angestellt, von ... über eine Wasserfläche zum Au...

...mandes, unter Ver-
... aus den im hö-
...765 Fuß größer als
...angestellten Beobach-
...mehr als 250 Fuß ver-

5.

Diese Beobachtungen sind schon in Gilberts ...
umständlich erzählt; ich werde daher hier nur etwas w...
Es waren die ersten, die ich über diesen Gegenstand a...
vollkommen, als die folgenden. Das Fernrohr ...
sondern ward blos mit der Hand an dem Pfale ...
sind daher nur bis auf Viertelzolle, oder etwa ...
war das Nivellement zu Bestimmung der Höhe ...
stellt, wie bei den folgenden, da ich damals ...
lich sind auch die Beobachtungen, die auf ...
genau gleichzeitig, als es bei schnellen A...
verschiedenen Standpuncten angestellt wu...

...aber unter der scheinbaren
...außerdem noch einmal
...dem Horizont betrug damals
...daß er + 45" seyn sollte.
...davon verschieden, sind
...am 27. Aug. um 3½ Uhr statt.
...war, fand starke Spiege-
...ausführlicher reden werde.

... entfernt waren, aber

Auch dadurch wird der W...
obgleich er größtentheils über eine ...
und zu allen Zeiten gleiche Geg...
näher erklären muß, ist es ...
bestimte Resultate gaben, ...
welche der Lichtstral zum ...
wässer, wie es der Me...
nerhalb 6 Stunden ...
entblößt, die zu an...
sers bei diesem ver...
Ueberdies konnte...
Ufer des Was...
über Land gi...
tung abgelen...

...Reihe anführen, die ich für die
...Kirche und zwei nahe dabei lie-
...in einer Entfernung von 33500
...an beinahe 10000 Fuß über
...achters über die Jahde, aber
...theils längere, theils kürzere

... veränderlich, und
...so scheint es doch
...isten über die
...Gegenstände
...Schlusse wird
...che ohnge-

Mittel nimt. Ich will eine Tabelle solcher Mittel von je drei
[illegible] zur Erklärung nur folgendes voranschicken. Die erste
[illegible] Kirche über dem scheinbaren Horizonte des Beobach-
[illegible] geben die Vorragung der Kirche über die beiden an-
[illegible] man sich in der Höhe, welche die beiden Häuser hatten,
[illegible] angebracht denkt, die scheinbare Größe des über diese
Theils der Kirche. — — Der Standpunct war bei diesen
[illegible] Fuß über die Höhe der gewöhnlichen Fluthen. *)

[illegible] Kirche über [illegible] scheinbaren Horizonte.	Scheinbare Größe desjenigen Theils der Kirche, welche über das höhere Haus hervorragt.	Scheinbare Größe desjenigen Theils der Kirche, welche über das niedrigere Haus hervorragt.
+ 0′ 32″	1′ 45″	2′ 39″
0. 40.	1. 57.	2. 48.
0. 40.	1. 58.	2. 51.
0. 53.	1. 57.	2. 51.
0. 54.	2. 1.	2. 52.
0, 59.	2. 2.	2. 57.
1. 8.	1. 57.	2. 47.
1. 11.	2. 1.	2. 54.
1. 16.	1. 51.	2. 42.
1. 22.	1. 55.	2. 49.
1. 44.	1. 57.	2. 50.
2. 4.	1. 50.	2. 37.
2. 32. * (**)	1. 29.	2. 15.
3. 28. *	1. 57.	2. 43.

Selbst diese Tabelle der Mittel zeigt indeß noch auffallende Irregularitäten.

*) Die Beobachtungen, aus denen ich hier die Mittel mittheile, stehen in Gilb. Ann. d. Phys. XVII. 164. Die Darstellung ist hier etwas anders, wovon man leicht den Grund übersehen wird.

(**) Die mit * bezeichneten beiden Zeilen sind einzelne Beobachtungen, alle übrigen immer Mittel aus dreien.

8.

Beobachtungen an Gegenständen, die jenseits des Wassers lagen, und ungleich entfernt waren.

Auch hier will ich nur dasjenige kurz zusammen fassen, was man mit einigem Rechte Resultat der Beobachtungen nennen kann. — Bei den einzelnen Beobachtungen kommen hier überall kleinere oder größere Irregularitäten vor, wie sich das auch bei der großen Veränderlichkeit der Refraction gar nicht anders erwarten läßt; nimmt man aber aus mehrern Beobachtungen das Mittel, so läßt sich doch mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß die von zufälligen Umständen abhängenden Abweichungen von der Regel einander einigermaßen aufheben.

Eine Tabelle solcher Mittel will ich daher hier mittheilen. Die Gegenstände der Beobachtung waren, 1) ein Haus in den Dorfe Damgast in südwestlicher Richtung; der Richtung nach sehr wenig entfernt von dem zweiten Gegenstande 2) der Kirche zu Bockhorn. Die Gesichtslinien nach beiden Gegenständen gehen daher vom Beobachter an, etwa 32000 Fuß weit ganz durch einerlei Gegenden über mehr oder minder tiefes Wasser, der folgende Theil der Gesichtslinie geht aber bei dem ersten (36500 Fuß entfernten) Gegenstande, beinahe 5000 Fuß über eine sandige Anhöhe, bei dem zweiten noch 12500 Fuß über Wasser, oder theils über Wattgründe, die bei Ebbe trocken werden, und dann 17500 Fuß weit über trockenes Land. 3) Der dritte Gegenstand, der Heppenser Deich, lag westwärts jenseits der Jahde in einer Entfernung von 17000 pariser Fuß, und die Gesichtslinie geht fast ganz über beträchtlich tiefes Wasser. *) Die erste Vertical-Reihe der folgenden Tabelle gibt die Tage an,

*) Die in Gilb. Annalen XVII. 169. mit zu dieser Vergleichung gezogenen Beobachtungen des Hauses zu Seefeld lasse ich hier weg, die Gegend, worüber die Gesichtslinie hinging, ist bei diesem allzu verschieden von derjenigen, über welche der von den andern Gegenständen kommende Lichtstral geht, und hieraus ist die Ungleichheit der Erhebung dieses Gegenstandes in Vergleichung der übrigen wol zu erklären. Wenigstens ist so viel gewiß, daß die Erwärmung des Wassers, wovon so vieles abhängt, wie ich nachher zeigen werde, an heitern Tagen viel stärker ist bei geringerer als bei größerer Tiefe: die bei der Ebbe trocken werdenden Wattgründe erwärmen sich zuweilen an heissen Tagen so sehr, daß bei eintretender Fluth des Wassers über denselben, so lange es noch keine erhebliche Höhe erreicht, lau ist, was bei tieferm Wasser nie statt findet. — Aber solche flache Wattgründe sind es gerade, worüber die Gesichtslinie nach Seefeld geht; bei den übrigen Gegenständen geht sie wenigstens größtentheils über tiefes Wasser.

da die Beobachtungen angestellt wurden, aus welchen die folgenden Reihen die Mittel enthalten. *) Die drei folgenden Columnen enthalten die damals beobachteten mittlern scheinbaren Höhen der drei eben angeführten Gegenstände. Die fünfte Columne gibt das Verhältniß der Variationen der Höhe des Hauses zu Damgast, und der Kirche zu Bockhorn an; die sechste das Verhältniß der Variationen der scheinbaren Höhen des Hauses zu Damgast und des Heppenser Deichs. Um die letztern beiden zu erläutern, wird folgendes Beispiel dienen. Die kleinste angeführte scheinbare Höhe des Hauses zu Damgast betrug 1′ 47″ unter dem scheinbaren Horizont; hingegen gibt die fünfte Zeile die Höhe desselben = ÷ 1′ 23″ an; der Unterschied ist = 24″. Mit jenen beiden gehören (in der ersten und fünften Zeile) für die Kirche zu Bockhorn die Höhen = — 1′ 36″ und = — 0′ 57″ zusammen, deren Unterschied = 39″, und das Verhältniß jenes Unterschieds zu diesem ist = 24 : 39 = 1 : 1, 6, so wie es die fünfte Columne angiebt.

Zeit der Beobachtung 1803.	Scheinbare Höhen			Verhältniß der Variationen	
	des Hauses zu Damgast.	der Kirche zu Bockhorn.	des Heppenser Deichs.	des Hauses zu Damgast u. der Kirche zu Bockhorn.	des Hauses zu Damgast u. des Heppenser Deichs.
	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.		
April 12. 3 Uhr. Sept. 1. 8½ — Octob. 5. 9 —	—1. 47.	—1. 36.	—2. 1.	— —	— —
August 30. 7½ — Septb. 2. 5 — Octob. 7. 3 —	—1. 38.	—1. 27.	— —	1 : 1.	— —
August 27. 3½ — Septb. 5. 11½ — August 13. 2 —	—1. 33.	—1. 18.	—1. 55.	1 : 1,29.	1 : 0,43.
Septb. 8. 9 — August 5. 9½ — August 9. 12 —	—1. 24.	—1. 18.	—1. 52.	1 : 0,8.	1 : 0,39.
Septb. 8. 11 — Septb. 14. 6½ — Octob. 1. 3 —	—1. 23.	—0. 57.	—1. 39.	1 : 1,62.	1 : 0,92.
August 5. 5½ — August 26. 9 — August 2. 12 —	—1. 18.	—0. 57.	—1. 45.	1 : 1,34.	1 : 0,55.

*) In Rücksicht der einzelnen Beobachtungen muß ich auch hier auf Gilberts Annalen verweisen, da ich nicht durch unnöthige Weitläuftigkeit die Leser ermüden mögte. Es sind in dieser Tabelle einige Beobachtungen mit aufgenommen, die in den Annalen S. 169. nicht stehen, aber im Journale daselbst S. 151 u. folg. leicht aufzufinden sind.

Beobachtungen an Gegenstän[illegible]
und un[illegible]

Auch hier will ich nur d[illegible]
Rechte Resultat der Beobachtun[illegible]
kommen hier überall kleinere o[illegible]
großen Veränderlichkeit der [illegible]
aus mehreren Beobachtungen
vermuthen, daß die von [illegible]
einander einigermaßen au[illegible]

Eine Tabelle [illegible]
obachtung waren, [illegible]
tung nach sehr [illegible]
Die Gesichtslin[illegible]
Fuß weit ga[illegible]
Theil der G[illegible]
5000 F[illegible]
theils [illegible]
ckene[illegible]
in
t[illegible]

		[illegible] des Heppenser Deichs.	Verhältniß der Variationen des [illegible] zu Damaaſt u. der Kirche zu [illegible].	des Hauses zu Damaaſt u. des Heppenser Deichs.
		—1. 38.	1 : 1,53.	1 : 0,72.
		— —	1 : 1,1.	— —
	38.	—1. 32.	1 : 1,16.	1 : 0,62.
	[illegible] 24.	—1. 29.	1 : 1,24.	1 : 0,55.
	[illegible] 15.	—1. 19.	1 : 1,29.	1 : 0,49.
[illegible]	[illegible] 25.	—0. 39.	1 : 1,25.	1 : 1,85.
[illegible]	[illegible] 55.	—0. 32.	1 : 1,29.	1 : 0,76.
[illegible] 40	[illegible] 36.	—0. 24.	1 : 1,25.	1 : 0,63.
[illegible] 22	[illegible] 28.	— —	1 : 1,14.	— —
[illegible] 8.	+1. 56.	— —	1 : 1,21.	— —
[illegible] 35.	+2. 17.	—0. 17.	1 : 1,15.	1 : 0,51.
+[illegible] 23.	+3. 15.	+0. 27.	1 : 1,16.	1 : 0,59.
[illegible] 52.	+3. 45.	— —	1 : 1,15.	— —
[illegible]	+5. 14.	— —	1 : 1,10.	— —
	+6. 58.	— —	1 : 1,20.	— —

Für das Haus in Damgast und die Kirche in Bockhorn kann man also ohngefähr das Verhältniß der Variationen wie 1: 1, 2 annehmen, statt daß die Entfernungen beider Gegen[illegible]de sich wie 1: 1, 7 zu einander verhalten. Weniger gut stimmen die Verhältnisse der [illegible]Aenderungen des Hauses in Damgast und des Heppenser Deichs unter einander überein; [illegible]irde 1: 0, 6 ohngefähr das mittlere Verhältniß sein: die Entfernungen verhalten sich [illegible] 46.

[illegible]ch also scheinen die Aenderungen der scheinbaren Höhe bei entferntern Gegenständen [illegible]rhältniß, als dem directen, einfachen Verhältniß der Entfernungen zu wachsen. [illegible] das Verhältniß der Variationen wol nicht gleich bei der verschiedenen Stärke der [illegible]fraction.

9.

Beobachtungen an zweien ungleich entfernten Gegenständen, wohin die Gesichtslinie über Land ging.

Da die Beobachtungen über die scheinbare Höhen-Aenderung sehr naher Gegenstände in mehr als einer Hinsicht besonders interessant sind, so will ich eine Reihe solcher Beobachtungen hier mit anführen, um so mehr, da die Anzahl der Beobachtungen, die ich später an ähnlich liegenden Gegenständen anstellen konnte, nicht so groß ist, als ich wohl wünschte. Ich verbinde damit die Reihe der Beobachtungen eines entferntern Hauses, welches ebenfalls so lag, daß die Gesichtslinie über trockenes Land ging. Beide wurden aus demselben Standpuncte beobachtet. Das entferntere lag fast genau nach Norden, 20400 paris. Fuß entfernt, die Gesichtslinie ging in etwa 16 bis 20 Fuß Entfernung oberhalb des Bodens fort; und darin waren die Umstände hier verschieden von den bei dem nähern Hause statt findenden, wo der Lichtstral fast ganz längs der Oberfläche des Deichs hinlief und nur etwa 3 Fuß von derselben entfernt war. Das nähere Haus lag nach Osten in einer Entfernung von 2740 paris. Fuß von dem Beobachter und nur 1840 paris. Fuß von dem zweiten Signale (ef in Fig. 1.) entfernt.

Zeit der Beobachtung.		Scheinbare Höhen des entferntern Hauses.		des nähern Hauses.	
Tag.	Stunde.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
Mai 21.	11 Morg.	—0.	22.	—1.	38.
Mai 18.	10. —	+0.	8.	—1.	34.
Apr. 6.	9½. —	0.	18.	—1.	21.
Apr. 12.	3. Ab.	0.	18.	—1.	12.
Mai 5.	10½ Morg.	0.	18.	—1.	29.
Mai 20.	3½. Ab.	0.	18.	—1.	38.
Mai 25.	2. —	0.	18.	—1.	29.
Apr. 14.	8½ Morg.	0.	28.	—1.	21.
Mai 28.	10½ —	0.	28.	—1.	25.
Apr. 9.	10¼ —	0.	38.	—1.	21.
Apr. 12.	8. —	0.	38.	—1.	12.
Apr. 25.	11. —	0.	38.	—1.	21.
Mai 16.	2½ Ab.	0.	38.	—1.	21.
Mai 26.	5. —	0.	38.	—1.	12.
Mai 21.	7. —	0.	58.	—1.	12.
Mai 4.	5½ —	1.	8.	—1.	8.
Apr. 6.	5½ —	1.	18.	—0.	59.
Mai 18.	7½ —	1.	18.	—1.	3.
Mai 25.	6¼ —	1.	18.	—1.	12.
Apr. 26.	6. —	1.	28.	—1.	3.
Apr. 9.	5. —	1.	38.	—0.	29.
Mai 25.	7¼ —	1.	38.	—0.	55.
Apr. 9.	6. —	3.	18.	—0.	20.
Apr. 7.	6½ —	3.	58.	—0.	20.

Die Aenderung der Höhe eines so sehr nahen Gegenstandes betrug also doch mehr als 1¼ Min. und wenn man bei einem Nivellement das Signal, wornach man visirt, bis zu dieser Entfernung von 2800 Fuß hinausrücken wollte, so könnte man in Bestimmung der Höhe schon Verschiedenheiten von einem ganzen Fuße finden, wenn man die Bestimmungen bei verschiedenem Zustande der Luft macht.

10.

Eine solche Erfahrung machten beim Nivelliren die englischen Geometer bei Gelegenheit der bekannten großen Messung. Dalby hatte bei Abmessung der Grundlinie in der Hounslow Haide einmal Nachmittags 30 Pfäle in Entfernungen von 100 zu 100 Fuß so einschlagen lassen, daß die Spitzen genau in einer Horizontale zu liegen schienen, nämlich so daß sie, durch das Fernrohr des Nivellir-Instruments gesehen, einander deckten, als dieses horizontal gestellt war. Am folgenden Morgen untersuchte er die Stellung der Pfäle und sah nun bei gleicher Stellung des Instruments die entferntern über den nähern hervorragen; er glaubte schon, daß irgendwo ein Irthum vorgegangen sei, aber als er sie bis Nachmittags stehen ließ, so erschienen sie wieder eben so, wie den Tag vorher.*) — Hieraus erhellt also schon, was wir auch in der Folge vollständiger sehen werden, daß an heitern Tagen die entferntern Gegenstände, die man über eine Erdfläche hin sieht, am Morgen in Vergleichung der nähern höher erscheinen, als Nachmittags, und man darf daher mit Recht die Frage aufwerfen, zu welchen Tageszeiten man nivelliren sollte, um die aus ungleicher Refraction entspringenden Fehler zu vermeiden? — Die folgenden Beobachtungen werden uns zur Beantwortung dieser Frage leiten.

11.

Beobachtungen, welche im Sommer 1804

an solchen Gegenständen angestellt worden, von denen der Lichtstral oberhalb einer trocknen Erdfläche zum Auge kam.

Die vorigen Beobachtungen habe ich nur kurz und ohne von allen genauen Umständen besonders zu reden, mitgetheilt, und ich durfte dieses um so mehr thun, da diejenigen, denen an einer genauern Prüfung der Beobachtungen gelegen ist, alle nöthigen Nachrichten in dem schon erwähnten Aufsatze in den Annalen der Physik finden. Weitläuftiger aber und sorgfältiger werde ich die folgenden Beobachtungen beschreiben müssen, und obgleich ich besorge, die Geduld der Leser zu ermüden, so schein es mir doch nothwendig, mit möglichster Sorgfalt alle Umstände zu erwähnen, die entweder Einfluß auf die Größe der Stralenbrechung haben konten, oder auch dazu dienen können über die Genauigkeit, welche bei den Beobachtungen erreicht worden,

*) Gilb. Ann. d. Phys. 3. Band. S. 275.

Aufschluß zu geben. Ich werde übrigens hier blos die Beobachtungen selbst mittheilen, und dasjenige erzählen, was zur Erläuterung nöthig ist, die Zusammenstellungen und Resultate aber für den nächsten Abschnitt bestimmen.

12.

Die Beobachtungen wurden auf die in §. 3. beschriebene Weise angestellt. — Das Fernrohr ruhete dabei auf einer festen Unterlage, deren Höhe sich nach den Umständen ändern und welche sich in der gehörigen Höhe befestigen ließ. Die Höhe des Fernrohrs ward bis auf Sechszehntel eines Zolles angeben, und die Angaben des Höhenwinkels waren hiedurch bis ohngefähr auf 1 Secunde bestimt. Bei der Verwandlung der Zolle und Sechzehntheile in Minuten und Secunden, ergeben sich Decimalen der Secunde, da aber die Beibehaltung derselben ohne Nutzen gewesen wäre, so habe ich in dem Verzeichnisse der Beobachtungen keine kleinere Theile als halbe Secunden angegeben: das Verzeichniß gibt also die jedesmalige Höhe des Fernrohrs bis auf eine halbe Sec. genau an. — Damit aber ist keinesweges gesagt, daß die möglichen Fehler der Beobachtungen nicht mehr betragen könten, wie auch von selbst erhellt.

Bei der Stellung des Fernrohrs gebrauchte ich, um Selbsttäuschung zu vermeiden, die Vorsicht, nie eher nachzusehen, wie hoch es stehe, als bis ich von der Richtigkeit der Stellung, daß nämlich die Spitze f des zweiten Signals (Fig. 1) so genau als möglich den Punct b deckte, überzeugt hatte. Man gelangt nämlich, wenn man eine Reihe solcher Beobachtungen anstellt, bald dahin, daß man ziemlich genau aus der beobachteten Höhe des einen Gegenstandes schließen kann, wie hoch der andre ohngefähr erscheinen wird, und obgleich ich ziemlich freien Geistes zu sein hoffe, und glaube, daß ich der Wahrheit nicht mein Auge verschließen würde, wenn sie auch der vorgefaßten Vermuthung nicht gemäß wäre, so halte ich es doch immer für gut, den möglichen Einfluß einer vorgefaßten Meinung gänzlich zu vermeiden. Aus eben dem Grunde ist es gut, wenn man zwei Beobachtungen desselben Gegenstandes gleich nach einander anstellt, um zu sehen, wie sie harmoniren, daß man dann das Fernrohr ganz verrücke und es ohne Rücksicht auf die erste Beobachtung wieder in die gehörige Lage bringe.

Die Signale waren fast eingeschlagene Pfäle. Um mich zu versichern, daß sie während der Beobachtung unverrückt geblieben wären, ließ ich kleine Pfäle daneben so tief einschlagen, daß ihr Kopf ohngefähr mit der Oberfläche der Erde gleich war; da die leztern wenigstens durch Anstoßen eines Vorbeigehenden und ähnliche Vorfälle nicht verrückt werden

konten, so ließ sich aus der gleich bleibenden Höhe des großen Pfals oberhalb des kleinen auf möglichst unverrückte Lage schließen. — Bis auf äußerste Kleinigkeiten freilich kann man die Höhe dieser Signale nicht als unveränderlich ansehn, und es könnten wol schon aus den blos durch Wärme und Kälte, Feuchtheit und Trockenheit entstehenden Aenderungen Fehler von 1 Secunde und darüber entstehen: — zu Vermeidung dieser Fehler sehe ich kein Mittel.

Das bei den Beobachtungen gebrauchte Fernrohr ist achromatisch und von 20maliger Vergrößerung.

Zur Bestimmung der durch die Spitze des Signals f gehenden Horizontallinie bediente ich mich eines Nivellir-Instruments, woran das Fernrohr nicht achromatisch, von ½ Zoll Oefnung und etwa 8maliger Vergrößerung. Ich getraue mich nicht die Bestimmung dieser Horizontallinie für mehr als bis auf 10 Sec. genau auszugeben; denn obgleich die einzelnen Beobachtungen kaum um soviel von einander abweichen, so konnten doch leicht die Fehler des Instruments, welche bei allen Beobachtungen dieselben blieben, Irthümer von solcher Größe veranlassen. Viel größer glaube ich indeß auch die Unsicherheit nicht anschlagen zu dürfen. — Diese Genauigkeit war für meinen damaligen Zweck hinlänglich, denn die Variationen der scheinbaren Höhe sind nicht merklich verschieden, der Gegenstand mag 10 Sec. mehr oder weniger über dem scheinbaren Horizonte erhaben sein, die Vergleichung dieser Variationen und die darauf zu bauenden Schlüsse und Anwendungen, litten also eben nicht dabei, wenn diese Bestimmung nicht ganz genau war. Anders würde es freilich sein, wenn man sich die Frage zu beantworten vorsezte, wieviel die ganze Krümmung des Strals betrage? — und wenn man, um sie zu beantworten, ein Nivellement bis zu dem beobachteten Gegenstande hin anstellte; aber dieses auszuführen schien mir in meiner Lage unmöglich, da es mir an einem Gehülfen, den ich bei einem solchen Unternehmen für unumgänglich nöthig halte, fehlte.

13.

Der Standpunct bei diesen Beobachtungen war auf einer ebnen grünen Wiese, auf welcher auch die übrigen Signale aufgestellt waren. Alle Beobachtungen wurden aus einem einzigen Standpuncte angestellt; in jeder Reihe von Beobachtungen sind also die einzelnen so nahe gleichzeitig, als es bei einer Reihe von Beobachtungen möglich ist. Die Beobachtungen wurden gewöhnlich nach der Ordnung angestellt, wie sie in der Reihe I, II, III, IV, u. s. w. im Journale stehen, oder auch nach der umgekehrten XI, X, IX, u. s. w.; man kann daher

aus dem Journale immer ziemlich genau sehn, wie schnell auf einander zwei in derselben Zeile stehende Beobachtungen angestellt worden sind.

Von den verschiedenen Gegenständen, worauf die Beobachtungen in den Columnen I, II, III, u. s. w. sich beziehen, werde ich gleich etwas mehr sagen; aber um mich hier und in der Folge kurz auszudrücken, will ich diese Gegenstände nur nach ihren Nummern nennen. Die folgende Tabelle giebt die Entfernungen der beiden Signale cd, ef (Fig. 1), die Höhe des Signals ef über dem Boden und zugleich den Werth eines Oldenburg. Zolles-Aenderung in der Höhe des Fernrohrs in Minuten und Secunden für jede der verschiedenen Reihen von Beobachtungen an.

Nro. des beobachteten Gegenstands.	Entfernungen der beiden Signale, die in der Richtung nach dem Gegenstande gestellt waren, von einander.	Höhen des vom Beobachter entferntern Signals über dem Boden.	Werth eines Zolles der Höhenänderung des Auges in Secunden und Decimalen der Secunde.
I.	1112 Fuß Oldb.	6 Fuß	15", 46.
II.	1112 — —	5 —	15", 46.
III.	1112 — —	4 —	15", 46.
IV.	1145 — —	$6\frac{1}{2}$ —	15", 01.
V.	1145 — —	$5\frac{1}{2}$ —	15", 01.
VI.	1137 — —	$7\frac{1}{2}$ —	15", 12.
VII.	1137 — —	$7\frac{1}{2}$ —	15", 12.
VIII.	1137 — —	6 —	15", 12.
IX.	1137 — —	6 —	15", 12.
X.	1120 — —	4 —	15", 35.
XI.	974 — —	$5\frac{1}{2}$ —	17", 65.

Die Höhe des entferntern Signals führe ich deswegen an, weil es wahrscheinlich eine Aenderung in der Refraction hervorbringt, wenn der Lichtstral mehr oder minder nahe an der Erdfläche hinstreicht. — Die jedesmalige Höhe des Auges läßt sich nun leicht bestimmen.

14.

Alle beobachteten Gegenstände lagen in einer ebnen Marschgegend, deren fruchtbarer mit ziemlich vielen Gräben durchschnittener Boden theils zu Wiesenland, theils zum Kornbau

benutzt wird. Um die Jahrszeit, in welcher diese Beobachtungen angestellt wurden, ist dieser Boden mehr trocken als feucht: — mit Wasser bedeckt sind nie erhebliche Strecken in dieser Marsch. Von Natur ist der Boden eine fast völlige Ebene, aber dennoch sind hin und wieder kleine Anhöhen, die bis an 8 oder 10 Fuß auch zuweilen noch etwas höher sind, vorhanden, welche durch Kunst hervorgebracht wurden, und theils ehmals als Deiche zum Schutze gegen die Fluthen dienten, theils aufgeführt wurden, um bei den ehmals häufigen Ueberschwemmungen den auf denselben erbauten Wohnungen Sicherheit vor den Fluthen zu gewähren. Wollte man bei diesen Beobachtungen alle Irregularitäten vermeiden, so müßte man die Gegenstände so wählen, daß die Gesichtslinien gar nicht an solchen Anhöhen vorbei kämen; aber dieses ist beinahe unmöglich. Auch bei den hier mitgetheilten Beobachtungen ging der Lichtstral über eine oder andre solche Anhöhe, aber bei allen (blos eine Reihe ausgenommen,) blieb doch der Lichtstral von diesen und allen andern festen Gegenständen entfernt genug, um wahrscheinlich gar nicht merklich dadurch afficirt zu werden. Nur der einzige Gegenstand Nro. II. macht hier eine Ausnahme, indem der von demselben kommende Lichtstral in einer Entfernung von etwa 1. Fuß oberhalb der Reste eines alten, etwa 3 bis 4 Fuß hohen, grün bewachsnen Deichs hinstrich: bei allen andern Gegenständen wüßte ich nichts, was uns hindern könte, die Gegend, worüber der Lichtstral hinging, als ganz gleichförmig anzusehn.

Die Gegenstände waren nun folgende:

I. Die untere Seite eines Pfannendachs in Eckwarden; — fast in allen Fällen sehr deutlich zu erkennen, so daß die Beobachtung auf Genauigkeit Anspruch machen kann. Die obere Seite des Dachs konte nicht zum Gegenstande der Beobachtung gewählt werden, da der Höhenwinkel zu groß ward, und ein so hohes Signal mehr Verrückungen ausgesetzt ist.

II. An demselben Hause die obere Seite eines Verbindungsholzes, 4 Fuß unterhalb der untern Grenze des Daches. Diese Beobachtung war vorzüglich bestimt, um die von Nro. I. zu prüfen; allenfalls kann sie auch angewandt werden, um zu untersuchen, ob die scheinbare Größe des Zwischenraums merkliche Aenderungen litt. — Dieser Gegenstand war bei anfangender Dämmerung und auch sonst zuweilen nicht gut kentlich, in welchen Fällen meistens die Beobachtung unterlassen ward.

III. Die obere Fläche eben jenes alten Deichs den ich schon erwähnt habe. — Er zeigte sich auf den dahinter liegenden Gegenständen nicht immer ganz vollkommen deutlich begrenzt, daher diese, sonst wegen der Nähe des Gegenstands wichtige, Beobachtung, in Rücksicht der Genauigkeit nicht zu den vollkommensten gehört.

IV. Die obere Seite des Daches eines zwischen den Dörfern Eckwarden und Tossens einigermaßen in der Mitte liegenden Hauses. — Die Beobachtung erlaubte sehr große Genauigkeit, da der dunkle Gegenstand sich auf dem hellen Grunde des Himmels deutlich zeigte.

V. Die untere Seite des Daches desselben Hauses. — Das dunkle Strohdach zeichnete sich von der angränzenden schmutzig rothen oder graulichen Wand nur dann gut aus, wenn die Sonne darauf schien oder es wenigstens völlig hell war. Abends wenn diese Seite des Hauses im Schatten lag, konte zuweilen die Beobachtung gar nicht angestellt werden, zumal wenn zugleich die Sonne seitwärts auf das Objectiv des Fernrohrs schien. Im leztern Falle gelang die Beobachtung nur, wenn man durch eine aufgeschobene Rolle Papier die Sonnenstralen abhielt.

VI. Die obere Seite eines ziemlich hohen Pfannendachs im Dorfe Tossens.

VII. Die obere Seite des Schornsteins desselben Hauses. — Beide Gegenstände sah man gegen den hellen Himmel.

VIII. Die obere Seite eines beträchtlich niedrigern Pfannendachs daselbst. — Dieses erschien vor dem in VI. angeführten Dache, indeß war bei hellem Wetter die Grenze des niedrigen Dachs auf dem dunkeln Laube einiger zwischen beiden Häusern stehenden Bäume gut kentlich. Weil dies aber nicht allemal der Fall war, so ward noch der folgende Gegenstand beobachtet.

IX. Die obere Seite eines Strohdachs daselbst. — Die Beobachtung erlaubte die gehörige Genauigkeit.

X. Ein sehr nahes Signal, welches aber wegen des dahinter liegenden dunkeln Grundes nicht so genau, wie die meisten übrigen Gegenstände beobachtet werden konte.

XI. Die obere Seite des Daches der Kirche zu Langwarden. — Die Beobachtung dieses Gegenstandes ließ sich meistens mit aller Genauigkeit anstellen, da dieses Dach über den Horizont hervorragte und gegen den hellen Himmel gesehn ward.

Die folgende Tabelle gibt nun die Entfernungen der Gegenstände und die Richtung, nach welcher sie gesehen wurden, an. Sie lagen alle nördlich und die dritte Columne zeigt, um wieviel die Richtung östlich oder westlich vom nördlichen Meridian abwich. — Endlich habe ich noch in der Tabelle die Höhen der beobachteten Gegenstände über dem wahren Horizonte des Standpunctes c (Fig. 1) angeführt; sie sind aus der scheinbaren Höhe berechnet, nämlich aus der Höhe, unter welcher die Gegenstände erschienen, wenn die Lichtstralen gradlinigt fortgingen.

Nro. des Gegenstandes.	Entfernung des Gegenstandes in pariser Füßen.	Abweichung der Richtung, nach welcher der Gegenstand lag, vom Nordpunct.	Wahre Höhen der Gegenstände über dem Standpuncte c. in paris. Füßen.
I.	4110 Fuß.	23° westl.	6, 4 Fuß
II.	4110 —	23° —	2, 6 —
III.	2090 —	23° —	2, 5 —
IV.	10320 —	11° —	32, 8 —
V.	10320 —	11° —	10, 6 —
VI.	15830 —	9° —	45, 3 —
VII.	15830 —	9° —	49, 3 —
VIII.	15830 —	9° —	23, 5 —
IX.	15700 —	9° —	20, 1 —
X.	1760 —	fast genau nördl.	3, 1 —
XI.	28050 —	12° östl.	63, 6 —

15.

Ich brauche nun zur Erklärung der im Verzeichnisse der Beobachtungen vorkommenden Zahlen und Ausdrücke nur sehr weniges mehr hinzuzufügen. — Die Höhen über dem scheinbaren Horizonte sind in Minuten und Secunden ausgedrückt, und wo die Beobachtung mehr als $\frac{1}{4}$ und weniger als $\frac{3}{4}$ Sec. gab, die halbe Secunde, als Decimalbruch beigesezt.

Hinter den Columnen, welche die scheinbaren Höhen enthalten, folgt noch eine mit der Ueberschrift: Zeit: — sie zeigt die Minute an, da die Beobachtung der Reihe XI. angestellt ward, wie die erste Columne die Zeit der Beobachtnng I. Die Barometerhöhen sind in pariser Zollen und Linien angegeben. Zur Beobachtung der Wärme bediente ich mich eines sehr guten Quecksilber-Thermometers von Klindwort, mit 80theiliger Scale. Das Higrometer war nach Deluc aus einem Fischbein-Streifen gearbeitet, von Klindwort, — es ist mit 100 bei dem Puncte der größten Feuchtheit und mit 0 bei dem Puncte der größten Trockenheit bezeichnet; obgleich es nicht sehr schnell empfindlich für Aenderungen der Feuchtigkeit ist, (wegen der zu beträchtlichen Breite des Streifens,) so traue ich ihm doch übrigens zu, daß es richtig gearbeitet ist.

In der Anzeige der Witterung kommen zwei Phänomene vor, die eine nähere Erklärung verdienen, nämlich das Zittern der Gegenstände und die Spiegelung: — ich werde hierauf in der Folge zurück kommen. Nur dies muß ich hier bemerken, daß in den Fällen, wo die Gegenstände zitternd erschienen, für die scheinbare Höhe ohngefähr das Mittel zwischen diesen Schwankungen angenommen ward, so genau nämlich, als sich dieses Mittel bestimmen ließ; zuweilen aber versuchte ich auch die äußersten Grenzen der von Augenblick zu Augenblick wechselnden scheinbaren Höhe zu bestimmen, und dann ist die größte und kleinste Höhe, welche der Gegenstand in schnellen Abwechselungen erreichte, im Verzeichnisse der Beobachtungen angeführt.

Tabelle I.

r Beobachtung.				Witterung.		
Tag.	St.	M.	I.	Hygrometer.	Wind.	
26.	8.	0.	1.′ 39.″		SW.	Gewölkt; abwechselnd Sonnenschein. Der Wind war kalt, wenn die Sonne sich verdeckte. Die Gegenstände erschienen zitternd, aber ungespiegelt, obgleich man die Umstände für günstig zur Spiegelung hätte halten sollen.
	8.	22.	1. 45.			
	8.	40.	1. 57.			
	9.	0.	1. 50.			
	9.	20.				
Morgens.	etwas später.					
	9.	41.				
	9.	51.				
	9.	55.	Sonnenschei 1. 32, zitternd.			
	10.	7.	Sonne bedeck 1. 51.			
	11.	—		46½.		
	2.	8.	1. 57.			
	6.	0.	im Schatten ei 2. 13. Wolke.			Sonnenschein, nachdem vorher die Sonne von Wolken bedeckt gewesen.
	6.	10.	im Sonnensch 2. 13.			
Abends.	6.	42.	im Schatten t 2. 25. Wolken.			Abwechselnd ward die Sonne mit Wolken bedeckt.
	6.	53.	2. 24.			
	6.	55.				
	7.	8.	2. 21.			Die Sonne ward ganz bedeckt.
	7.	20.	2. 23.			
	7.	35.				
	8.	—		52.		

In der Anzeige der Witterung kommen zwei Phänomene vor, die eine nähere Erklärung verdienen, nämlich das Zittern der Gegenstände und die Spiegelung: — ich werde hierauf in der Folge zurück kommen. Nur dies muß ich hier bemerken, daß in den Fällen, wo die Gegenstände zitternd erschienen, für die scheinbare Höhe ohngefähr das Mittel zwischen diesen Schwankungen angenommen ward, so genau nämlich, als sich dieses Mittel bestimmen ließ; zuweilen aber versuchte ich auch die äußersten Grenzen der von Augenblick zu Augenblick wechselnden scheinbaren Höhe zu bestimmen, und dann ist die größte und kleinste Höhe, welche der Gegenstand in schnellen Abwechselungen erreichte, im Verzeichnisse der Beobachtungen angeführt.

…r Beobachtung.				Witterung.		
Tag.	St.	M.	I.	Hygrometer.	Wind.	
26.	8.	0.	1.′ 39.″			
	8.	22.	1. 45.			
	8.	40.	1. 57.			
	9.	0.	1. 50.			
	9.	20.				
Morgens.	etwas später.				SW.	Gewölkt; abwechselnd Sonnenschein. Der Wind war kalt, wenn die Sonne sich verdeckte. Die Gegenstände erschienen zitternd, aber ungespiegelt, obgleich man die Umstände für günstig zur Spiegelung hätte halten sollen.
	9.	41.				
	9.	51.				
	9.	55.	Sonnenschei 1. 32, zitternd.			
	10.	7.	Sonne bedeck 1. 51.			
	11.	—		$46\frac{1}{2}$.		
	2.	8.	1. 57.			
	6.	0.	im Schatten ei 2. 13. Wolke.			
	6.	10.	im Sonnensch 2. 13.			Sonnenschein, nachdem vorher die Sonne von Wolken bedeckt gewesen.
Abends.	6.	42.	im Schatten 2. 25. Wolken.			Abwechselnd ward die Sonne mit Wolken bedeckt.
	6.	53.	2. 24.			
	6.	55.				
	7.	8.	2. 21.			
	7.	20.	2. 23.			Die Sonne ward ganz bedeckt.
	7.	35.				
	8.	—		52.		

				Zeit.		Witterung.				
II.	IX.	X.	XI.	St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
									W.	Starke Re[...] schauer. Stü[...]
5,″ 5. 9, 5.	′ ″	′ ″	5.′ 8,″ 5.	1.	25.					Die Luft w[...] deckt und es fi[...] nachher an, [...] regnen. (Weg[...] starken Windes [...] te das Fernrohr, her sind die Be[...] tungen nicht [...] lich genau.)
			5. 11.	1.	35.					
				4.	—	27. 9$\frac{1}{2}$.	13.	52.		
7, 5.			5. 15, 5.	4.	35.					
28.			5. 12.	4.	50.					Die Sonne [...] blaß durch Dün[...] Himmel war [...] blau.— Einzelne [...] ken. Gelinder [...]
33, 5.			5. 23.	5.	1.				W.	
6, 5.			5. 56.	6.	20.					
4, 5.			6. 6.	6.	35.					
9, 5.			6. 12, 5. 6. 8.	6.	50.					
				7.	30.	27. 9$\frac{3}{4}$.	12.	52$\frac{1}{2}$.		
		1. 30.	4. 32, 5.	8.	24.				W.	Die Sonne wa[...] wechselnd mit [...] ken bedeckt. [...] Wind. Die [...] ten Gegenstände [...] terten stark, auch [...] nen zuweilen [...] daurende Ände[...] gen der scheinb[...] Höhe statt zu finden
		1. 28.	5. 0.	8.	38.					
				10.	—	27. 10$\frac{1}{2}$.	12.	53.		
55, 5.		1. 18, 5.	4. 35, 5. stark zitternd.	10.	54.					Sonnenschein. [...] Einzelne Wolken. [...] Gegenstände [...] ren zitternd. (Wegen des Wi[...] war das Fernrohr [...] ganz ruhig.
59, 5. tternd.		1. 14.	4. 18. sehr stark zitt.	11.	10.					
im Schatten. 10.	2. 14.	im Schatten. 1. 26, 5.	Sonnenschein. 4. 10. stark zitternd.	11.	25.					
	2. 12.	1. 33.	4. 38. weniger zitternd.	12.	7.					

Zeit der Beobachtung					I			Zeit		Witterung				
Monat.	Tag.		St.	M.	im Sch		XI.	St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
Juni.	1.	Abends.	4.	54.	1.'	5.	5.' 4." 5.	5.	15.					Meistens Sonnen schein. Wegen des Windes und des Zitterns des Fernrohrs war keine völlige Genauigkeit der Beobachtung möglich.
			5.	15.	1.	5.	5. 14, 5.	5.	31.					
			5.	37.	1.		5. 17, 5.	5.	46.					
Juni.	2.	Morgens.	6.	—				6.	—	27. 11.				Ganz bedeckt, zuweilen etwas Regen.
			8.	45.	1.		5. 7, 5.	9.	0.					
			9.	0.	1.	5.	5. 2.	9.	12.					
			9.	12.	1.	5.	5. 1.	9.	28.					
			9.	28.				9.	40.					
			10.	30.				10.	30.		13.	51.		
		Abends.	1.	34.	1.		5. 13.	1.	55.					
			1.	55.	1.		5. 19.	2.	11.					Der Wind war etwas stärker als Vormittags. — Bedeckt.
			2.	11.	1.		5. 7, 5.	2.	24.					
			5.	—				5.	—	$27.10\frac{3}{4}$.	12.	54.		
			6.	5.	1.		5. 23.	6.	22.					Es war stiller geworden. Ganz bedeckter Himmel.
			6.	22.	1.		5. 24.	6.	35.					
Juni.	3.	Morgens.	8.	0.	1.		4. 22, 5. zitternd.	8.	10.					Morgens um 6 Uh[r] ward es ganz heiter, und die nebenstehenden Beobachtungen wurden angestellt, während die Sonne fortdauern[d] schien. Die Luft wa[r] dunstig weißlicht. Einige Gegenstände erschienen gespiegelt.
			8.	10.	1.		Sonnenschein. 4. 13, 5.	8.	21.					Es kamen abwechselnd einzelne Wolken. Die Gegenstände erschienen zitternd, un[d] auch ihre mittler[e] scheinbare Höhe, ode[r] das Mittel zwische[n] diesen Wellenartige[n] Schwankungen änderte sich oft plötzlich.
			9.	—				9.	—	$27.10\frac{3}{4}$.	14.	54.		Bedeckte Luft.

IX.	X.	XI.	Zeit. St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	Witterung.
nat.			1.	—		15.	53.		
ni. 5." 5. zitternd.	1.' 32."	4.' 50." zitternd.	6.	3.					
18. zitternd.	1. 40.	5. 0. zitternd.	6.	18.		11.	52.		Heiter. Einige Wolken am nordöstlichen Horizont.
28. zitternd.	1. 34.	5. 8, 5. zitternd.	6.	30.					
56, 5. Nebel.		unsichtbar im Nebel.	7.	14.		11.		NO.	Es kamen Nebelwolken aus Norden und Nordosten, der Wind ward Nordost, die Luft kalt und fühlbar feucht.
46.		5. 15, 5.	7.	23.					Alle Gegenstände verhüllten sich endlich im Nebel.
			7.	—	27.11¾.				Morgens dicker Nebel; um 7 Uhr ward es hell.
	1. 20, 5. zitternd.	4. 50. im Nebel.	7.	47.				S.	Die Sonne war zuweilen mit Wolken bedeckt; und alsdann war die Luft kalt.
	1. 38.	schwankend zwischen 4. 45. und 5. 1.	8.	3.					
	1. 27.	4. 55, 5.	8.	15.					Alle Gegenstände erschienen stark zitternd; und die entferntern gespiegelt.
		4. 32.	8.	48.				SW.	Das Zittern der Gegenstände nahm zu, und auch die Spiegelung ward stärker, u. man sah auch nähere Gegenstände gespiegelt.
	1. 20, 5.	4. 39.	9.	1.					
		4. 19.	9.	10.					Sonnenschein. Nebelwolken in Nordwesten.
			10.	—		15.	52.		

Zeit der Beobachtung. Monat.	Tag.		St. M.		XI.		Zeit. St. M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	Witterung.
Juni.	4.		1. —				1. —		17.	45.		
		Abends.	1. 55.	1.′	4.′	11,″ 5.	2. 10.				O.	Die Spiegelung hatte abgenommen. Alle Gegenstände zitterten, so daß keine genaue Beobachtung möglich war.
			3. —				3. —		$18\frac{1}{2}$.	44.		
			4. 33.	1.	4.	51.	4. 46.					Keine Spiegelung mehr. Die Gegenstände erschienen noch etwas zitternd in wellenartiger Bewegung.
			4. 46.	1.	5.	5, 5.	5. 0.					
			5. 0.	1.	5.	27, 5.	5. 13.					
			5. 20.	2.	5.	26, 5.	5. 32.					Die Sonne ging hinter dünne Wolken und ward immer dunkler verdeckt. Die Gegenstände zitterten wenig.
			5. 32.	1.	5.	5, 5.	5. 46.		16.	47.		
			5. 46.	1.	5.	12.	5. 58.					
			5. 58.	1.	5.	35.	6. 14.					Die Sonne war ganz verdeckt und in Norden und Westen der Horizont dunkel. Die dunkeln Wolken am nordlichen Horizont verbreiteten sich nach und nach über den ganzen Himmel.
			5. 20.	2.	5.	46.	6. 32.		15.	47.		
			6. 32.	2.	5.	48, 5.	6. 46.					
			7. 20.	2.	6.	0, 5.	7. 34.					
			7. 34.	2.	6.	1, 5.	7. 46.					
			7. 46.	2.	6.	9, 5.	8. 0.					
			9. —				9. —	$27.10\frac{3}{4}$.				Bedeckter Himmel. Abends Donner.
Juni.	5.	Morgens.	4. 47.	1.	5.	46.	4. 49.					Leichter Nebel. Die Sonne schien bisher hell, ward aber jetzt von Wolken bedeckt. Die entfernten Gegenstände erschienen wenig zitternd.
			4. 49	2.	5.	46.	5. 1.					
			5. 1.	2.	5.	44.	5. 14.					
			6. —				6. —	27. 10.	15.	50.	SO.	Dünne Wolken.

			Zeit.		Witterung.				
IX.	X.	XI.	St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
19.″ 23, 5. ndeutlich.	1.′ 33.″ zitternd.	5.′ 5,″ 5. zitternd.	7.	13.					Weiße flockigte Wolken bedecken die Sonne und den ganzen Himmel.
44, 5. hin.		5. 19. zitternd.	7.	25.					
35.		5. 11. etwas zitternd.	7.	40.					
		5. 4, 5.	7.	53.				S.	Die Wolken werden etwas dunkler. Der dünne Nebel nahe an der Erde dauert noch fort. Der Wind wird westlicher.
28.		5. 3.	8.	19.					
			11.	—		18½.	48.		Dicker trockner Nebel.
		4. 45, 5.	8.	13.				S.	Bedeckter Himmel, warme Luft; schwacher Wind. Die Gegenstände erschienen zitternd.
		4. 45, 5.	8.	23.					Die Sonne fing an, etwas heller durch die dünnen Wolken zu scheinen.
	1. 32.	4. 43.	8.	34.					
			9.	—	27.10¼.	16.	51.		
	1. 35.	4. 38.	2.	14.				N.	Sonnenschein. Die Gegenstände zittern. Die Sonne wird nach und nach mit Wolken bedeckt.
	1. 33.	4. 59.	2.	25.					Die Sonne wird immer mehr verdeckt. Wolken in Südwesten. Kühler, veränderlicher nordlicher Wind. Die Gegenstände zittern noch, aber schwächer, als vorhin; u. waren übrigens sehr deutlich.
23. 5.		5. 6, 5.	2.	41.					
		5. 7, 5.	2.	48.					
			3.	30.		16.	44.		

Zeit der Beobachtung. Monat.	Tag.		St.	M.		XI.		Zeit. St.	M.	Witterung. Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
Juni.	6.	Abends.	4.	9.	1 5.	5.′	14.″	4.	23.					Bedeckte Luft. Die Gegenstände zittern wenig.
			4.	23.	1	4.	53, 5.	4.	35.					Die Sonne schien abwechselnd zwischen Wolken durch u. das Zittern der Gegenstände nahm zu.
			4.	35.	1			4.	45.					
			4.	45.				4.	55.				NO.	Die Sonne war größtentheils mit Wolken bedeckt. Der Wind wehte kühl u. etwas stärker, als vorhin.
			4.	55.		5.	32.	4.	59.					
			4.	59.	:	5.	30.	5.	11.					
			5.	11.	:	5.	43.	5.	23.				NO.	Kühler Wind. Die Sonne bedeckt. Dicke Wolken in Westen. Die Gegenstände zitterten nur wenig.
			5.	23.	:5.	5.	43.	5.	33.					
			6.	3.	:	5.	50, 5.	6.	15.					Bedeckt; zuweilen etwas Regen. Die Gegenstände schienen sehr klar und zitterten wenig.
			6.	30.	:	5.	50, 5.	6.	45.					
			8.	—				8.	—		$13\frac{1}{2}$.	49.		
			10.	—				10.	—	27. $9\frac{1}{2}$.	$13\frac{1}{2}$.			
Juni.	7.		7.	30.				7.	30.	27. $9\frac{3}{4}$.	14.	52.		
		Morgens.	8.	2.	5.	4.	21. in Dünsten.	8.	14.					Keine Spiegelung. Die entfernten Gegenstände erschienen neblicht und zitternd.
			8.	14.	5.	4.	21. in Dünsten.	8.	25.				SW.	Sonnenschein; kühler Wind.

der Monat		X.	XI.	Zeit. St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	Witterung.
Juni	"	' "	4.' 42."							
	8.		im Regen unsichtbar.	7.	25.					Es war den Tag über stürmisch, regnigt und neblicht. Die nebenstehenden Beobachtungen wurden gleich nach einem starken Regenschauer angestellt. Die untere Luft war sehr voll Nebel, daher ist die erste Reihe von Beobachtungen nicht sehr genau; die folgenden sind besser.
	23.		6. 0, 5.	7.	38.					
	35, 5.		6. 6.	7.	46.					
	33, 5.		6. 9.	7.	53.					
	31, 5.		6. 17.	8.	2.					
	34, 5.		6. 9.	8.	8.					
				9.	30.	27. 7¼.			SW.	Stürmisch, regnigt.
Juni									W.	Morgens heftige Regenschauer.
				2.	12.					Abwechselnd etwas heitre Luft; zuweilen Regen. — Der Wind war weniger stürmisch.
			5. 0.	2.	36.					Wegen des immer noch starken Windes, wobei das Fernrohr nicht ruhig stand, sind die Beobachtungen nicht vorzüglich genau. Doch rühren die großen Differenzen in den Reihen V und VII wohl nicht von Beobachtungsfehlern her, sondern von Aenderungen der Refraction bei den abwechselnden Sonnenblicken.
			4. 55, 5. im Regen.	2.	46.					
	55, 5.	1. 46, 5.	5. 42.	6.	18.					Abwechselnd Sonnenschein.
	55.	1. 45. 5.	5. 49, 5.	6.	28.					Die Sonne nach ganz verdeckt.
	5.	1. 53.	5. 48, 5.	6.	38.					
	11.	1. 43, 5.	5. 50, 5.	7.	17.					Es regnete zuweilen zwischen abwechselnden Sonnenblicken.
	8.	1. 48, 5.	5. 56.	7.	28.					
				8.	—	27. 9½.	9½.	51½.		

Zeit der Beobachtung.					I.	II.		Zeit.		Witterung.				
…mat.	Tag.		St.	M.	I.	II.		St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
…uni.	11.	Morgens.	11.	28.	1.′ 36,″ 5. im Schatten.	— 2.′ 0,	4.″ nen:).	11.	42.					Die Sonne war bedeckt und fast alle Gegenstände im Schatten der Wolken.
			11.	42.	1. 41, 5. die Sonne bedeckt.	— 1. 43	58.	11.	47.				NW.	Abwechselnd Sonnenschein.
			11.	48.	1. 15, 5. 1. 13, 5. im Sonnensch.									
			11.	55.	1, 32. im Schatten.			11.	58.					
		Abends.	4.	—				4.	—	28. 1.	12.	48½.		
			4.	25.	1. 54.	— 1. 2	15, 5.	4.	41.					Ganz bedeckte Luft.
			4.	41.	2. 0.	— 1. 2	10.	4.	52.					
			4.	52.	1. 54.	— 1. 2	12.	5.	0.					
			6.	35.	2. 6, 5.	— 1. 1	28, 5.	6.	44.					
			6.	44.	2. 0.	— 1. 1	31.	6.	53.					
			6.	53.	2. 1, 5.	— 1. 1	30.	7.	0.					
…uni.	12.	Morgens.	7.	42.	2. 1, 5.	— 1.	48.	7.	51.				N.	Die Sonne war meistens bedeckt. Einzelne kurze Sonnenblicke.
			7.	51.	1. 51.	— 1. 3	40.	8.	0.					
			8.	0.	1. 54.	— 1. 4	57, 5.	8.	8.					
			8.	8.	1. 54.	— 1.	3.	8.	14.					Die Sonne war ganz bedeckt.
			8.	14.										
			8.	16.	2. 0.		0.	8.	22.					
		Abends.	12.	—				12.	—	28. 2.				
			4.	53.	1. 33, 5.		30.	5.	4.				NW.	Fast ganz heiterer Himmel. Starker Wind. Keine Spiegelung. Die entfernten Gegenstände erschienen zitternd.
			5.	4.	1. 36, 5.		35, 5.	5.	4.					

VIII.	IX.		X.	XI.		Zeit. St.	M.	Witterung. Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
′ ″	3.′	2.″	′ ″	5.′	47.″	7.	30.					
	3.	13, 5.		5.	50, 5.	7.	44.					Heiter: nur we kleine Wolken am rizont. Gelinder W Kühle Luft. Entfe Gegenstände e nen schwach zitter Die Gegenst. I. V. lagen im Sch u. waren nur und sichtbar.
	3.	12.		5.	53.	7.	53.				N.	
	3.	16, 5.		5.	55.	8.	1.					
	3.	16, 5.		5.	56.	8.	10.					
	3.	28.		6.	4.	8.	20.					
	3.	20.		6.	4.	8.	30.					Die Sonne eben untergegangen
						10.	—	28. 2½.				
20.	1.	19, 5.		4.	10.	8.	2.				N.	Heiter. Alle genstände ers zitternd, u. die fernten gespiegelt.
heftig zitternd. 6, 5.	1.	16, 5.		4.	8.	8.	10.					
						2.	—	28. 2¼.	14.	48.		
	2.	5, 5.		4.	53, 5.	5.	47.					Die Luft war heiter, aber etwas Die entfernten genstände ersch schwach zitternd. Diese Beobach gen halte ich für genau: Blos d der Columne V. es nicht sehr, wei ser Gegenstand Schatten und we deutlich erschien.
	2.	20.		5.	0.	6.	1.					
	2.	25, 5.		5.	4, 5.	6.	10.					
	2.	38, 5.		5.	23.	6.	32.					
	2.	46.		5.	30.	6.	45.					
	2.	55.		5.	41.	6.	57.					
	3.	9.		5.	58.	7.	13.					
	3.	16, 5.		6.	0, 5.	7.	21.					
	3.	24.		6.	15.	7.	30.					
	3.	45.		6.	28.	7.	40.					
	3.	43.		6.	33, 5.	7.	49.					
	3.	49, 5.		6.	41, 5.	7.	55.					
	3.	54.		6.	47.	8.	2.					

Tabelle VI.

Zeit der Beobachtung.								Zeit.		Witterung.				
…nat.	Tag.		St.	M.	I.	II.		St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
…uni.	14.		6.	—				6.	—	28. 1.	11½.	53.		Einzelne Wolken. Still.
		Morg.	11.	—	1.' 11,"5.	' "	54."							Alle Gegenstände zitterten so heftig, daß keine genaue Beobachtung möglich war. Sehr warm.
		Abends.	5.	35.	1. 43,5.	— 1. 44,	48.	5.	48.				NW.	Fast ganz heiter, gelinder kühler Wind. Entfernte Gegenstände erschienen zitternd.
			5.	48.	1. 44,5.	— 1. 44,	50.	5.	58.					
			5.	58.	1. 46.	— 1. 41,	59.	6.	8.					
			6.	21.	1. 52.	— 1. 3,	11.	6.	29.					
			6.	29.	1. 54.	— 1. 25,	21.	6.	35.					
			6.	35.	2. 0.	— 1. 28,	27,5.	6.	44.					Das Zittern der Gegenstände hatte nach und nach abgenommen.
			6.	44.	2. 0.	— 1. 21,	33.	6.	52.					
			6.	52.	2. 2,5.	— 1. 17,	37,5.	7.	0.					
			7.	0.	2. 7,5.	1. 12,	47.	7.	10.					
			7.	13.	2. 10,5.	— 1. 9,	1,5.	7.	19.					
			7.	19.	2. 14.	— 1. 3,	9.	7.	27.					
			7.	27.	2. 15.	— 1. 0,	17.	7.	33.					
			7.	33.	2. 22.	— 0. 56,	44,5.	7.	40.					
			7.	40.	2. 24.		10.	7.	50.					
						undeutlich.								
			7.	50.	2. 35,5.	— 0. 38,	31.	7.	56.					Die Sonne ward von Wolken bedeckt.
			7.	56.	2. 36,5.	— 0. 31,	45.	8.	4.					
			8.	4.	3. 1,5.	— 0. 10,	6.	8.	11.					
			8.	11.	3. 7,5.			8.	19.					
…uni.	15.	Morgens.	6.	—				6.	—	27.10¼.	13½.	51.		Dünne bedeckte Luft.
			7.	25.	1. 44,5.	— 1. 35,	53,5.	7.	32.					Dünne bedeckte Luft; zuweilen schien die Sonne matt durch die Wolken.
			7.	32.	1. 39,5.	— 1. 40,	55,5.	7.	38.					
			7.	38.	1. 43,5.	— 1. 37,	53,5.	7.	44.					Alle Gegenstände schienen zitternd.
			8.	2.	1. 37,5.	— 1. 56,	38.	8.	9.					Die Sonne war etwas heller geworden. Alle Gegenstände zitterten sehr.
			8.	9.	1. 36,5.		35,5.	8.	17.					
			9.	—				9.	—		14½.	48.		

VIII.	IX.		X.		XI.		Zeit. St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	Witterung.
-							11.	—	27. 9½.	13.	51.		Bedeckt.
′ ″	1.′	25.″	′	″	4.′	29.″	11.	40.					Bedeckt. Alle Ge- stände zitterten
20.	2.	34.	1.	55.	5.	10, 5.	5.	57.					Bedeckt. Wind. Die Gegenst zitterten nicht.
32, 5.	2. 2.	45. 47.	1.	54.	5.	26, 5.	6.	9.		11½.	50¼.	NO.	
	2.	45.			5.	26, 5.	6.	14.					
1. zitternd.	1.	11.	1.	24. zitternd, doch ziemlich genau.	4.	7. stark zitternd.						N.	Schwüle Luft. Gegenstände zitt sehr, und einig schienen gespiegelt
							4.	—				N.	Gegen 4 Uhr der Wind etwas wodurch die W sehr vermindert
	2.	21, 5.	1.	44, 5.	5.	5, 5.	6.	0.					Ziemlich still. Sonne war ab- selnd bedeckt, war der Himmel tentheils heiter.
	2.	29.	1.	42, 5.	5.	3.	6.	10.		13½.	52½.	N.	
	2.	47.	1.	44, 5.	5.	31.	6.	27.					
	2.	13.	1.	46, 5.	5.	2.	6.	33.					Die Sonne wieder an, anh zu scheinen.
	2. 2.	20. 16.			5.	4, 5.	6.	43.					
	3.	19.	1.	50.	5.	54.	7.	17.					
	3.	29.	1.	47, 5.	6.	4.	7.	23.		12¾.	53½.		
	3. 4. 4.	54. 0. 3, 5.	1.	53.	6.	52, 5.	7.	35.					Die Sonne w deckt.
	4.	29.	2.	18.	7.	8.	7.	40.					
	4.	54, 5.	2.	35, 5.	7.	34.	7.	46.					Die Sonne w deckt. Nebel a Erde. Daher d genstände I un weniger deutl schienen.
	4.	40, 5.	2.	53.	7.	59, 5.	7.	53.					
	5.	13, 5.	2.	47.	8.	18.	8.	0.					Etwas Sonnens
	4.	39, 5.	2.	25.	7.	54.	8.	6.					Die Sonne be Nebel nahe an d de. Alles wird
	4.	6, 5.	2.	3.	7.	15, 5.	8.	13.		11.			Die fühlbare tigkeit nimmt zu Die Gegen VII und IX ten immer u. au noch etwas zitte
	4.	11.	1.	59.			8.	19.					
							10.	—	28. 0.				

Tabelle VII.

Zeit der Beobachtung.				I.		XI.		Zeit.		Witterung.				
Monat.	Tag.	St.	M.					St.	M.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind.	
Juni.	26. Morgens.	5.	18.	2.'	1."	5.'	19."	5.	26.					
		5.	26.	1.	54.	5.	15,5.	5.	32.					Die Sonne ward abwechselnd von Wolken bedeckt.
		5.	32.	1.	54.	5.	17,5.	5.	40.				N.	Rauher Wind.
		5.	49.	1.	50.	5.	2.	5.	58.					
		7.	—					7.	—	28. 0.	12¾.	51.	N.	Gewölkt. Rauher Wind.
Juli.	2.	10. Morg.	—					10.	—	27. 10.	15.	43.		
	Abends.	6.	—					6.	—		14.	49.		
		6.	13.	1.	58.	5.	17,5.	6.	23.					
		6.	23.	1.	58.	5.	28,5.	6.	33.		12½.	49¾.		
		6.	49.	2.	7.	5.	46.	6.	57.					
		6.	57.	2.	14.	5.	48,5.	7.	3.		12.	50.		

16.

Beobachtungen

über die Unterschiede der Wärme in verschiedenen Höhen, und die gleichzeitigen Aenderungen der Refraction,

angestellt im Frühling 1805.

Unter allem, was die vorigen Beobachtungen lehrten, war mir die überaus schnelle Aenderung der Refraction, welche bei heiterm stillen Wetter, zumal nach warmen Tagen kurz nach Sonnenuntergang statt findet, das Auffallendste. Die gleichzeitigen Phänomene des fallenden Thaues und der schnellen Abkühlung der Luft gaben keine genügende Erklärung, und ich bemühte mich lange vergebens, den Grund dieser schnellen Aenderung aufzufinden, bis ich ihn endlich in Pictets Versuch über das Feuer, entdeckte. Pictet beobachtete nämlich die Wärme der Luft in verschiedenen Höhen über der Erde, und fand, daß kurz nach Sonnenuntergang die Abkühlung nur nahe an der Erde so schnell, in einiger Höhe aber langsamer fortgeht, daß also um diese Zeit der Unterschied der Temperatur in verschiedenen Höhen sich von Minute zu Minute ändert, indem die höhern Luftschichten ihre Wärme wenig vermindern, während die untern sich schnell abkühlen; und es war nun leicht einzusehen, daß bei dieser nicht in allen Schichten der untern Luft gleichen Abkühlung das Gesetz, wie die Dichtigkeit der Luft in der Höhe abnimt, Aenderungen leiden, und dadurch die Refraction veränderlich werden müsse. Pictets Beobachtungen zeigten zugleich, daß das Wachsen und Abnehmen der Wärme-Differenzen in verschiedenen Höhen gerade zu eben den Tageszeiten statt finde, wie das Wachsen und Abnehmen der scheinbaren Höhen entfernter Gegenstände, und berechtigten also, die Variationen der Refraction allein oder doch größtentheils als Folge jener Wärme-Differenzen zu betrachten. Indeß, so vielen Grund diese Vermuthung auch für sich hatte, so schien es doch nicht überflüssig, sie durch directe Beobachtungen zu bestätigen, und zugleich auch zu bestimmen, wie große Aenderungen der Refraction mit einer bestimten Differenz, der in verschiedenen Höhen statt findenden Wärme zusammen gehörten.

16.

Beobachtungen

über die Unterschiede der Wärme in verschiedenen Höhen, und die gleichzeitigen Aenderungen der Refraction,

angestellt im Frühling 1805.

Unter allem, was die vorigen Beobachtungen lehrten, war mir die überaus schnelle Aenderung der Refraction, welche bei heiterm stillen Wetter, zumal nach warmen Tagen kurz nach Sonnenuntergang statt findet, das Auffallendste. Die gleichzeitigen Phänomene des fallenden Thaues und der schnellen Abkühlung der Luft gaben keine genügende Erklärung, und ich bemühte mich lange vergebens, den Grund dieser schnellen Aenderung aufzufinden, bis ich ihn endlich in Pictets Versuch über das Feuer, entdeckte. Pictet beobachtete nämlich die Wärme der Luft in verschiedenen Höhen über der Erde, und fand, daß kurz nach Sonnenuntergang die Abkühlung nur nahe an der Erde so schnell, in einiger Höhe aber langsamer fortgeht, daß also um diese Zeit der Unterschied der Temperatur in verschiedenen Höhen sich von Minute zu Minute ändert, indem die höhern Luftschichten ihre Wärme wenig vermindern, während die untern sich schnell abkühlen; und es war nun leicht einzusehen, daß bei dieser nicht in allen Schichten der untern Luft gleichen Abkühlung das Gesetz, wie die Dichtigkeit der Luft in der Höhe abnimt, Aenderungen leiden, und dadurch die Refraction veränderlich werden müsse. Pictets Beobachtungen zeigten zugleich, daß das Wachsen und Abnehmen der Wärme-Differenzen in verschiedenen Höhen gerade zu eben den Tageszeiten statt finde, wie das Wachsen und Abnehmen der scheinbaren Höhen entfernter Gegenstände, und berechtigten also, die Variationen der Refraction allein oder doch größtentheils als Folge jener Wärme-Differenzen zu betrachten. Indeß, so vielen Grund diese Vermuthung auch für sich hatte, so schien es doch nicht überflüssig, sie durch directe Beobachtungen zu bestätigen, und zugleich auch zu bestimmen, wie große Aenderungen der Refraction mit einer bestimten Differenz, der in verschiedenen Höhen statt findenden Wärme zusammen gehörten.

17.

Bei diesen Beobachtungen kam es nun vorzüglich darauf an, die Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen zu bestimmen. Billig hätte hier die Temperatur in mehrern verschiedenen Höhen und bis zu einer Höhe hinauf, welche der der beobachteten Gegenstände gleich war, untersucht werden sollen, um das Gesetz, wie die Wärme in der Höhe zu oder abnimt, kennen zu lernen, aber diese Vollkommenheit konte ich meinen Beobachtungen nicht geben. Denn, wenn ich auch die übrigen Schwierigkeiten bei Seite setze, so war es doch für mich, weil ich alle Beobachtungen allein verrichten mußte, nicht wohl möglich, die Anzahl der zu beobachtenden Gegenstände so sehr zu vermehren, indem theils dadurch die Aufmerksamkeit zu sehr getheilt wäre, und theils auch gerade in den interessantesten Fällen eine aus so vielen Beobachtungen bestehende Reihe nicht schnell genug hätte beendigt werden können, um für gleichzeitig zu gelten. Ich begnügte mich daher, an einem aufgerichteten Sparren von 20 Fuß, zwei Thermometer, eines 18 Fuß hoch, das andre $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch *) über der Erde aufzuhängen und so die Wärme in diesen Höhen zu bestimmen; daß aber schon in dieser geringen Höhe eine Verschiedenheit der Temperatur merklich sein müsse, konte ich, wenn nämlich die Aenderungen der Refraction hievon vorzüglich abhängen sollten, daraus schließen, weil einige der beobachteten Gegenstände, deren scheinbare Höhe sich erheblich änderte, nicht einmal eine Höhe von 18 Fuß hatten: — und die nähere Untersuchung zeigte auch, daß die Vermuthung richtig war. Beide Thermometer waren von Klindwort in Göttingen, Quecksilber-Thermometer mit 80theil. Scale und stimten genau mit einander überein. Das unten gebrauchte war für jede Aenderung der Temperatur sehr empfindlich; das oben gebrauchte war etwas träger, und eben deswegen zu dieser Beobachtung recht geschickt: denn ein allzu empfindliches Thermometer hätte schon beim Herablassen die Temperatur der untern Luft angenommen, bei diesem hingegen konte ich in den meisten Fällen die Aenderung während des Herablassens als unmerklich betrachten, und nur bei sehr starkem Winde schien es mir zuweilen, als ob es seinen Stand geändert haben müßte, weil nämlich der Unterschied der Temperatur sich geringer fand, als ich in Vergleichung der gleichzeitigen Stärke der Refraction, zufolge der übrigen Beobachtungen, vermuthete. Das in $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe gebrauchte Thermometer ward auch zuweilen abwechselnd ganz nahe an der Erde aufgehangen, so daß die Kugel $1\frac{1}{2}$ Zoll oberhalb der Erdfläche war, und der Stand, welchen es alsdann erreichte, ist im Verzeichniß der Beobachtungen unter der Ueberschrift: Thermometer-Stände nahe an der Erde angeführt.

*) Diese Höhen sind Oldenburgisches Maaß.

	Nebel nahe an der Erde. Wolken am östlichen Horizonte.
NNW.	Mit der Aenderung des Windes kam von der See her dicker kalter Nebel.
NNW.	Bedeckter Himmel; doch schien die Sonne zuweilen matt durch die Wolken. Schwache Spiegelung. Die Gegenstände zitterten; diese wellenförmigen Zitterungen gingen sehr deutlich nach der Richtung des Windes.
N.	Der östl. Himmel war ziemlich heiter; Wolken am westl. Himmel. Lebhafter Wind. Keine Spiegelung.
	Die Sonne fing an, durch dünnere Wolken zu scheinen. Der Wind ward schwächer. Abwechselnd ward die Sonne wieder bedeckt.
	Bedeckter Himmel.

Bei den Beobachtungen ist, um einigermaßen die Stärke der Spiegelung zu bestimmen, immer angeführt, wie ein ohngefähr 28500 paris. Fuß entferntes Haus zu Fedderwarden erschien, welches sich immer, wenn einigermaßen erhebliche Spiegelung statt fand, gespiegelt zeigte. Wozu uns diese Beobachtung dienen kann, werde ich wol in der Folge anzuführen Gelegenheit haben.

Zeit der Beobachtung.						Witterung.		
Monat.	Tag.	St.	M.		grometer.	Barometer.	Wind.	
März.	19.	6.	15.					
Morgens.		6.	20.					
		6.	22.					
		6.	25.	in				
		6.	30.	e	56.		NO.	Nebel nahe an der Erde. Wolken am westlichen Horizonte.
		6.	37.					
		6.	45.					
		6.	50.					
		6.	54.					
		7.	5.					
		7.	17.					
		8.	—			28. 0.	NNW.	Mit der Aenderung des Windes kam von der See her dicker kalter Nebel.
Abends.		12.	2.					Bedeckter Himmel; doch schien die Sonne zuweilen matt durch die Wolken.
		12.	14.				NNW.	Schwache Spiegelung. Die Gegenstände zitterten; diese wellenförmigen Zitterungen gingen sehr deutlich nach der Richtung des Windes.
		12.	21.					
		12.	22.					
		4.	41.				N.	Der östl. Himmel war ziemlich heiter; Wolken am westl. Himmel. Lebhafter Wind. Keine Spiegelung.
		4.	45.					
		4.	54.					
		5.	7.					
		5.	11.					
		5.	25.					Die Sonne fing an, durch dünnere Wolken zu scheinen. Der Wind ward schwächer. Abwechselnd ward die Sonne wieder bedeckt.
		5.	38.					
		5.	45.					
		6.	15.					
		9.	—			28. 1.		Bedeckter Himmel.

der B		Wärme.	Witterung.			
Monat.			Hygrometer.	Barometer.	Wind.	
März.		also dicht an			N.	Heitrer Himmel, blos am nördl. Horizont eine Nebelwolke. Es hatte gereift. Die Gegenstände zitterten; — diese Wellenförmigen Bewegungen gingen mit dem Winde.
				28. 1½.		Nebel.
					O.	Heitrer Himmel; blos am westl. Horizont einige Wolken. Schwacher Wind. Anfangs zitterten die Gegenstände sehr, doch nahm dieses während der Beobachtungen ab.
						Die Sonne geht hinter Wolken.
				28. 1½.		Heiter.
März.	21				O.	Lebhafter Wind. — Die Sonne ging hinter Wolken auf. — Der nördl. Himmel war meistens heiter, der südl. gewölkt. Es hatte gefroren.
				28. 1¾.		
März.	23.			28. 2¾.		Heiter. Still. Starker Frost.

[Zeit d]er Beobachtung.					Höhe[n]			Witterung.
[Mo]nat.	Tag.		St.	M.	Ver.	Barometer.	Wind.	
[M]ärz.	24.	Abends.	2.	20.			O.	Einzelne kleine Wolken. Lebhafter Wind. Alle Gegenstände erschienen heftig zitternd. Starke Spiegelung. Unter dem gespiegelten Bilde des Hauses F, war der Luftstreif dem Bilde des Hauses an Höhe gleich.
			2.	25.	7. 7.			
			2.	40.	7.			Die Sonne war bedeckt.
			2.	43.	7.			Die Sonne schien.
			2.	53.	7.			Die Spiegelung hatte abgenommen. Unter dem Hause in F erschien nur ein schmaler Luftstreif mehr.
			2.	59.				
			3.	12.	7.			Das Haus in F ist nicht mehr ganz gespiegelt.
			5.	14.	8.			
			5.	28.	8.			Die Sonne ging heiter unter. Der Wind war stiller geworden. Die Gegenstände zitterten noch wenig.
			5.	37.	8. 8.			
			5.	45.				
			5.	53.	8. 8.			
			6.	2.	8.			
			6.	4.	8.			
			6.	9.	8.			
			10.	—		28. 2.		Heiter.
[M]ärz.	25.	Morgens.	8.	13.	7.		NO.	Heiter. Gelinder Wind. Die Gegenstände zitterten anfangs wenig; aber dieses nahm während der Beobachtung sehr zu. Auch die Spiegelung ward nach und nach stärker; um 9 Uhr 0 Min. fing der Luftstreif unter dem Bilde des Hauses in F an sichtbar zu werden.
			8.	22.				
			8.	35.	7.			
			8.	50.	7.			
			9.	10.	7. 7.			
			9.	20.				

fand, nahe an der Oberfläche des Deichs hin, und wenn man sich in dem niedrigen Standpuncte befand, so ging sie nahe am Fuße des Deichs an der Nordseite desselben hin.

Die Entfernung der beiden Signale von einander betrug für den untern Standpunct 882 Fuß, für den obern 878 Fuß, und dort betrug also 1 Zoll Höhenänderung 19", 52 und hier 19", 6. Die Höhe des zweiten — von dem Standpuncte des Beobachters entfernten Signales, über der Ebene, worüber der Lichtstral zum Auge kam, betrug für die in dem untern Standpuncte angestellte Beobachtung $5\frac{1}{2}$ Fuß; für die in dem höhern Standpuncte angestellte 16 Fuß. Die Beobachtung ward übrigens eben so angestellt, wie ich vorhin beschrieben habe, und ich werde daher nichts weiter zur Erläuterung des jezt folgenden Verzeichnisses der Beobachtungen zu sagen nöthig haben.

Beobachtungen

Zeit der Beobachtung				Höhen über dem scheinbaren Horizonte		Witterung				
	Tag	St.	M.	im hohen Standpuncte.	im niedrigen Standpuncte.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind	
Spt.	16	2	—			27. $10\frac{3}{4}$	19.	50.		Einzelne Wolken.
	Abends	3	45	2'. 13", 5.	3'. 47".		19.	53.	SW.	Heiter. Keine Spiegelung. Die Gegenstände zittern.
		5	46	3. 53. 3. 53.	5. 46, 5. 5. 47, 5.				SW.	Wolken am Horizont, sonst heiter. — Gelinder Wind. Die Gegenstände zittern.
		6	5	4. 39. 4. 31.	6. 24, 5. 6. 27.		17.			Die Sonne war bedeckt, die Gegen-
		6	15	4. 26. 4. 22.	6. 20, 5. 6. 16.		16.			stände zitterten noch wenig. —
		6	26	4. 27.	6. 28.		$14\frac{1}{2}$			Es fällt Thau.
Spt.	17 Morg.	6	25	2. 48. 2. 50, 5.	4. 32. 4. 28, 5.		13.		SW.	Dicke Wolken in Westen, sonst heiter. Starker Wind.
		8	—			27. $9\frac{1}{2}$				
		1	—				$18\frac{1}{2}$			

Tabelle X.

Zeit der Beobachtung: Monat	Tag	St.	M.	Witterung: Hygrometer	Barometer	Wind	
März.	29.	5.	48.				
	Abends.	5.	55.				
		6.	4.				
		6.	12.	48.			Ganz still. Bedeckte Luft. Die Gegenstände zitterten fast gar nicht.
		6.	25.				
		6.	35.				
		8.	—		28. 0½.		
März.	30.	8.	53.				
	Morgens.	9.	5.	41.			Bedeckter Himmel. Schwacher Wind. Die Gegenstände zitterten wenig. — Schwache Spiegelung: das Haus in F war nicht ganz gespiegelt.
		9.	23.				
		11.	39.				
		11.	55.			S.	Einzelne Wolken. Schwacher Wind. Die Gegenstände zitterten heftig u. erschienen undeutlich. Starke Spiegelung unter dem Hause in F erschien der Luftstreif etwa so breit, als Haus und Bild zusammen.
	Abends.	12.	1.	38½.			Die Sonne war abwechselnd mit Wolken bedeckt.
		3.	56.				
		4.	6.	41.		SO.	Die Sonne war fast immer bedeckt. Die Gegenstände zitterten wenig. Die Spiegelung hatte abgenommen, u. es erschien unter dem Hause in F nur ein ganz schmaler Luftstreif.
		4.	14.				Die Sonne ward heller, wobei die Spiegelung merklich stärker ward.
		5.	19.	42½.			
		5.	36.				
		5.	51.				
		6.	9.			SO.	Die Sonne war bedeckt. Lebhafter Wind. Keine Spiegelung. Die Gegenstände zitterten sehr wenig.
		6.	30.	44.			
		8.			28. 0¼.		Bedeckt.

Brand. Beob

Zei[t] der Beob[achtung]		[Wä]rme.	Hygrometer.	Barometer.	Wind.	Witterung.
Monat.	Ta[g]					
April.	1.	...m. schon ...es starken ...ert, und ...r zu klein	42½.		SO.	Starker Wind. Der Himmel war größtentheils heiter, doch war die Sonne dünne bedeckt. Die Gegenstände erschienen etwas zitternd.
		...hier.				
		...meter fiel, ...: schnell ...die vorige	45.			Die Sonne ward immer mehr verdeckt und ging endlich ganz hinter Wolken. Der Wind ward etwas schwächer.
		...eter fiel in				
			46.			Der Wind nahm immer mehr ab.
				28. 0¼.		
April.	3			27. 11¾.	SO.	Meistens heiter.
April.	4		48.		SO.	Die Sonne schien abwechselnd und war mit dünnen Wolken bedeckt. Lebhafter Wind. Sehr schwache Spiegelung. Die Gegenstände zitterten wenig.
			45.		SSO.	Der Himmel war größtentheils bedeckt, doch schien zuweilen die Sonne. — Dünste nahe an der Erde. Starker Wind. Die Gegenstände erschienen zitternd. Ziemlich starke Spiegelung; der Luftstreif unter dem Hause in F war etwas breiter als das Bild des Hauses.
						Die Sonne war bedeckt.
		...e variirte				Die Dünste am Horizont nahmen zu; die Sonne schien meistens ziemlich hell.
				27. 9.		
			44.		SO.	Die Luft war ganz bedeckt. Heftiger Wind. Keine Spiegelung.
				27. 8¼.		
				27. 7¾.		

Zeit der Beobachtung.				Höhen	Witterung.			
onat.	Tag.		St. / M.	VI.	Barometer.		Wind.	
pril.	5.		6. — Morg.		27.	7.	SO.	Starker Wind. Bedeckte Luft. Es hatte geregnet.
		Abends.	4. 28.	7. 7.				Ganz still. Die Sonne hatte einige Zeit geschienen und ward jezt wieder bedeckt. Gewitterwolken in Osten. Die Gegenstände zittern wenig. Schwache Spiegelung. Das Haus in F war lange nicht ganz gespiegelt.
			4. 37.	7.				
			4. 47.					
			4. 50. bis 5. 19.					Regenschauer bei veränderlichem sehr schwachen Winde.
			5. 31.	7. 7.			N.	Die Sonne fängt wieder an zu scheinen. Die beobachteten Gegenstände erschienen nicht zitternd.
			5. 43	7.				
			6. 14.	8. 8.			SO.	Die Sonne war von Wolken bedeckt. Zuweilen etwas Regen.
			6. 20.	8. 8.				
			6. 30.	8. 8.				
			6. 36.	8. 8.				
			6. 49.	8.				
			8. —		27.	8½.		
ril.	7.		8. — Morg.		28.	0½.		
		Abends.	5. 30.	8. 7.			N.	Heiter. Lebhafter Wind. Die Gegenstände zitterten wenig.
			5. 41.	8. 8.				
			5. 50.					
			5. 57.	8. 8.				
			6. 7.					
			6. 14.	8. 8.				
			6. 20.					
			6. 27.	8.				
			6. 42.	8. 8.				Die Sonne ging heiter unter. Von Thau war nichts zu bemerken.
			6. 56.	8.				
			7. 3.					
			10. —		28.	2½.		

fand, nahe an der Oberfläche des Deichs hin, und wenn man sich in dem niedrigen Standpuncte befand, so ging sie nahe am Fuße des Deichs an der Nordseite desselben hin.

Die Entfernung der beiden Signale von einander betrug für den untern Standpunct 882 Fuß, für den obern 878 Fuß, und dort betrug also 1 Zoll Höhenänderung 19″, 52 und hier 19″, 6. Die Höhe des zweiten — von dem Standpuncte des Beobachters entfernten Signales, über der Ebene, worüber der Lichtstral zum Auge kam, betrug für die in dem untern Standpuncte angestellte Beobachtung 5½ Fuß, für die in dem höhern Standpuncte angestellte 16 Fuß. Die Beobachtung ward übrigens eben so angestellt, wie ich vorhin beschrieben habe, und ich werde daher nichts weiter zur Erläuterung des jezt folgenden Verzeichnisses der Beobachtungen zu sagen nöthig haben.

Beobachtungen

Zeit der Beobachtung				Höhen über dem scheinbaren Horizonte		Witterung				
	Tag	St.	M.	im hohen Standpuncte.	im niedrigen Standpuncte.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind	
Spt.	16	2	—			27. 10¾	19.	50.		Einzelne Wolken.
	Abends	3	45	2′. 13″, 5.	3′. 47″.		19.	53.	SW.	Heiter. Keine Spiegelung. Die Gegenstände zittern.
	Abends	5	46	3. 53. 3. 53.	5. 46, 5. 5. 47, 5.				SW.	Wolken am Horizont, sonst heiter.— Gelinder Wind. Die Gegenstände zittern.
	Abends	6	5	4. 39. 4. 31.	6. 24, 5. 6. 27.		17.			Die Sonne war bedeckt, die Gegenstände zitterten noch wenig. —
	Abends	6	15	4. 26. 4. 22.	6. 20, 5. 6. 16.		16.			Es fällt Thau.
		6	26	4. 27.	6. 28.		14½			
Spt.	17 Morg.	6	25	2. 48. 2. 50, 5.	4. 32. 4. 28, 5.		13.		SW.	Dicke Wolken in Westen, sonst heiter. Starker Wind.
	Morg.	8	—			27. 9½				
		1	—				18½			

Beobachtungen der größten nächtlichen Kälte.

Zeit der Beobachtungen	Thermometer-Stände am Boden	in 3 Fuß Höhe auf der Wiese.	in 6 Fuß Höhe	in 9 Fuß Höhe im Garten	in 220 F. Höhe am Thurm	Witterung	Wind
1786. Nov. 12	23	25½	26	27	31	Heiter.	O.
13	21½	24	25	26	30	Heiter.	O.
27	35	37	38	39	44	Heiter.	S.
29	37½	38½	38	38	43	Regen.	S.
Dec. 27	4	4	7	6½	21	Heiter.	S
29	25	26	28	27	34	Heiter.	S.
1787. Jan. 2	25	27	29	28½	37	Heiter.	O.
12	21	23	26	24½	31	Heiter.	O.
28	13	14	17	16	25	Heiter.	—
Febr. 6	28	29	32	31	36	Heiter.	S.

Beobachtungen über die größte nächtliche Kälte.

Zeit der Beobachtungen	Thermometer-Stände. am Boden	in 1 Zoll Höhe	in 9 Zoll Höhe.	in 3 Fuß Höhe	in 6 Fuß Höhe
1786. Dec. 31	28	27½	29	29	31
1787. Jan. 8	21	21	22	22	24
11	27½	—	27	28	31
12	21	21	23	23½	26
13	34	30½	32	34½	37
14	23	22½	24	25	28
Febr. 6	28	27½	29½	29	32
23	19	18½	20	21	23

Diese Beobachtungen, obgleich sie von auffallenden Irregularitäten nicht frei sind, zeigen doch meistens, daß die Wärme nur nahe an der Erde mit der Höhe schnell zunimt, und daß in größern Höhen diese Zunahme bei gleicher Aenderung des Standpuncts immer weniger merklich wird. Six stellte ähnliche Beobachtungen zu gleicher Zeit auf einem Hügel an, und fand auch da dicht an der Erde die nächtliche Kälte größer als in 6 Fuß Höhe, und der

	Zeit der Beobachtung			Höhen über dem scheinbaren Horizonte		Witterung				
	Tag	St.	M.	im hohen Standpuncte.	im niedrigen Standpuncte.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind	
Spt.	20 Morgens	9	30	2'. 11". 2. 18, 5.	3'. 30". 3. 35.				W.	Dicke Wolken; zuweilen Regen. Die Sonne war bedeckt. Starker Wind.
		10	33	2. 21.	3. 49, 5. 3. 47.					Bedeckt. Die Gegenstände zitterten ein wenig.
	Abends	1	—			27. 10.	19.	48.		
		5	53	2. 50, 5.	4. 26.				W.	Rauher Wind. Dicke Wolken.
		7	—			27. 11¼				
Spt.	21 Morgens	7	44	2. 43.	4. 21. 4. 14,				W.	Dünne Wolken bedecken die Sonne. Die Gegenst. zittern.
		7	57	2. 34, 5.	3. 59.					
		8	64	schwankend zwischen 1. 48 und 2. 17.	schwankend zwischen 3. 10 und 3. 27.					Sonnenschein. Ziemlich heitrer Himmel.
		10	—			27. 11¼	13.	51		
		12	30	schwankend zwischen 1. 6. und 1. 43.	schwankend zwischen 3. 1. und 3. 30.				S.	Einzelne dicke Wolken. Die Sonne schien heiter. Schwacher Wind. Die Gegenst. zittern sehr. Schwache Spiegel.
	Abends	2	—				15.	44.		Bedeckt.
		2	33	3. 18, 5. 3. 22.	5. 4 5. 2, 5.					Bedeckt. Still.
		10	—			27. 10¼				
Spt.	22 Abends	5	20	2. 40. 5.	4. 18. 5. 4. 23. 5.					Fast ganz bedeckt. Sehr schwacher veränderlicher Wind; zuweilen fielen einzelne Regentropfen.
		7	—			27. 9¼				

Zeit der Beobachtung				Höhen über dem scheinbaren Horizonte		Witterung				
	Tag	St.	M.	im hohen Standpuncte.	im niedrigen Standpuncte.	Barom.	Therm.	Hygr.	Wind	
Spt.	23	1	—			27. 9.				
	Abends	2	35	2'. 2", 5.	3'. 25".				W.	Gewölkt. Starker Wind.
Spt.	24 Abends	5	15	3. 1, 5.	4. 48.					Einzelne Wolken. Still.
		8	—			27. 10.				Heiter.
Spt.	26 Abends	1	—			28. 0¼	14.			Heiter.
		4	50	2. 30, 5.	4. 9. 4. 1, 5.				O.	Gewitterwolken. Gelinder Wind.

Anhang.

Beobachtungen von Pictet, Saussure und Six über die verschiedene Temperatur der Luft in größern und geringern Höhen.

21.

Die Erfahrung, daß die Temperatur der Luft in einiger Entfernung von der Oberfläche der Erde bald höher, bald niedriger ist, als nahe an der Erde, ist theils in meteorologischer Rücksicht, theils auch für die Theorie der Stralenbrechung so sehr wichtig, daß es wol eben keiner Entschuldigung bedarf, wenn ich hier einige Beobachtungen andrer Physiker über diesen Gegenstand zusammenstelle und sie mit den meinigen vergleiche.

Pictet scheint diese Beobachtungen am besten und vollständigsten angestellt zu haben, er erzählt aber die Resultate derselben in seinem: Versuch über das Feuer §. 132—136. etwas zu kurz. Er untersuchte die Wärme der Luft in einer Höhe von 5 und von 75

daß man bei der Schätzung des Thermometer-Standes sich gar leicht, um ⅛ Grad irren kann, u. s. w. — aber ganz allein liegt hierin der Grund der Abweichungen auch nicht, sondern es muß zuweilen örtliche Verschiedenheiten geben, vermöge welcher manchmal ein Gegenstand mehr als der andre erhoben erscheint und wahrscheinlich ist auch das Gesez, nach welchem die Wärme in der Höhe zu- oder abnimt, nicht immer dasselbe; — ein Umstand, dessen Wichtigkeit von selbst einleuchtet, dessen genaue Untersuchung aber nicht geringe Schwierigkeit hat.

26.

Die Fehler, welche bei den Beobachtungen begangen werden, liegen theils in einer nicht ganz genauen Bestimmung der scheinbaren Höhe der Gegenstände, theils in der unrichtigen Angabe der Temperatur. Ueber die erstern brauche ich hier eben nicht sehr umständlich zu reden, da sie gewiß immer in Vergleichung derjenigen, welche in der Angabe der Thermometer-Stände begangen werden können, sehr klein sind. Die Ansicht der Tabelle, welche ich bald mittheilen werde, zeigt, daß wenn die Differenz der Temperaturen in 4½ Fuß und 18 Fuß Höhe, sich nur um ⅛ Grad ändert, die scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände schon eine Aenderung von 10 Sec. bis 20 Sec. litt, die scheinbaren Höhen aber sind, wenn die Gegenstände irgend deutlich zu sehen waren, und nicht etwa bei starkem Winde das Fernrohr allzusehr zitterte, wenigstens bis auf 5 oder 6 Sec. genau; also haben die von dieser Seite begangenen Fehler hier keinen großen Einfluß auf die Resultate, und sie haben es um desto weniger, wenn man das Mittel aus mehrern Beobachtungen nimt. Bedeutender aber sind die Irthümer, die bei Bestimmung des Thermometer-Standes vorfallen. Die Achtel eines Thermometergrades sind so klein, daß es fast unvermeidlich ist, sich bei der Schätzung der Thermometerhöhe nicht zuweilen um einen solchen Theil zu irren; wenn es sich also gerade trift, daß bei beiden zusammengehörigen Beobachtungen solche Fehler nach entgegengesezten Seiten vorfallen, so kann die angegebene Differenz um ¼ Gr. größer oder kleiner sein, als die wirkliche Verschiedenheit der Thermometer-Stände, und hieraus entsteht die Möglichkeit, daß zwei zu verschiedenen Zeiten beobachtete Differenzen, als gleich können angegeben sein, wenn sie doch wirklich um ½ Gr. verschieden waren. Dieses ist nun freilich ein Fall den man nur selten zu besorgen hat, und vor dem man sich ziemlich sicher schäzen kann, wenn man bei mehrern nach einander folgenden Beobachtungen die Differenz der Temperatur gleich oder regulär wachsend oder abnehmend gefunden hat; aber es erhellt doch hieraus, daß man keine sehr strenge Uebereinstimmung der Beobachtungen erwarten dürfe.

Den Einfluß dieser Fehler könte man verringern, wenn man das obere Thermometer in größern Höhen anbrächte, und noch mehr, wenn man alsdann in einer mittlern Höhe ein drittes Thermometer beobachtete; denn wenn z. B. bei 80 Fuß Höhen-Unterschied die Differenzen der Wärme von ÷ 2 bis + 3 Gr. gingen, statt daß sie bei meinen Beobachtungen nur etwa von ÷ ½ bis + 1½ gehen, so wäre ¼ Gr. Irthum in Vergleichung der ganzen Differenz bei jenen Beobachtungen kaum halb so bedeutend, als bei den meinigen. Aber dennoch zweifle ich, ob es, falls man das obere Thermometer herablassen muß, so überaus vortheilhaft wäre, die Höhe desselben sehr zu vergrößern, denn in diesem Falle wird auf ein etwas empfindliches Thermometer immer schon die Temperatur der untern Luft während des Herablassens einigen Einfluß haben, und doch ist es auch nicht rathsam ein sehr träges Thermometer zu diesen Beobachtungen zu wählen, da dieses bei den, zuweilen schnell erfolgenden Aenderungen der Temperatur manchmal zu lange Zeit gebrauchen würde, um den gehörigen Stand zu erreichen.

Aber wenn man auch diese Irthümer vermeiden könte, so blieben doch noch andre übrig, die gar nicht von der Aufmerksamkeit und Genauigkeit des Beobachters abhängen. Die Temperatur ist öfters kleinen irregulären Aenderungen unterworfen, welche es sehr schwer machen, die wahre Differenz der Temperatur in verschiedenen Höhen zu bestimmen. Bei dem unten hängenden Thermometer kann man zwar aus der Größe der Variationen und indem man aus vielen Beobachtungen das Mittel nimt, die mittlere Temperatur noch wol ziemlich genau bestimmen; aber der Stand des obern Thermometers läßt sich nicht so oft beobachten, und es ist daher leicht möglich, daß man aus den einzelnen Beobachtungen ein Mittel herleitet, welches von dem wahren ziemlich verschieden ist. Diese Unannehmlichkeit findet besonders alsdann statt, wenn bei heiterm Himmel und hellem Sonnenschein ein frischer Wind weht, und am allermeisten, wenn die Sonne bei nicht zu niedrigem Stande abwechselnd von Wolken bedeckt wird. Die Beobachtungen enthalten Beispiele genug von solchen schnellen Variationen der Temperatur und zeigen zugleich, daß die scheinbare Höhe der Gegenstände zu solchen Zeiten ebenfalls großen Aenderungen unterworfen ist, so daß alle Gegenstände in beständigem Zittern und Schwanken erscheinen.

Wollte man diese Beobachtungen mit großer Vollkommenheit anstellen, so müßte man eine solche Einrichtung machen, daß auch die in beträchtlicher Höhe aufgehangenen Thermometer, (deren man mehrere in möglichst verschiedenen Höhen haben müßte,) beobachtet würden, ohne ihre Lage zu ändern; man könte denn auch, wenn man einen Gehülfen bei den

Fuß über der Erde, und seine Resultate sind denjenigen ganz ähnlich, welche sich aus meinen Beobachtungen ergeben. Er fand bei Sonnenaufgang die obere Luft erheblich wärmer als die untere, dieser Unterschied der Temperatur nahm, wenn es heiter war, allmälig ab, und ohngefähr 2 bis 3 Stunden nach Sonnenaufgang war die Luft in 5 und in 75 Fuß Höhe gleich warm; da nun die untere Luft fortdauernd mehr an Wärme gewann, als die obere, so fand von diesem Zeitpuncte an ein entgegengesezter Unterschied der Temperaturen statt, der bis zur Zeit der größten Mittagswärme zunahm, und dann bis auf 2 Grad der achtzigtheiligen Scale ging. —

Nachmittags oder vielmehr nach dem Zeitpuncte der größten Wärme fing die Temperatur in diesen verschiedenen Höhen wieder an, sich der Gleichheit mehr zu nähern; die Wärme, die jezt nahe an der Erde größer war, als oben, nahm in den untern Schichten schneller ab als in der Höhe, und noch vor Sonnenuntergang war bis zu 75 Fuß Höhe die Temperatur überall gleich geworden; aber diese Gleichheit war auch dann nur ein Uebergang zum Entgegengesezten. Um die Zeit des Sonnenunterganges nimt die Wärme nahe an der Erde schnell ab, aber in der Höhe geht diese Abkühlung viel langsamer, daher behält nun die obere Luft eine größere Wärme als die untere, und auch dieser Unterschied konte bei den in 5 Fuß und in 75 Fuß Höhe angebrachten Thermometern 2 Grad und selbst gegen das Ende der Dämmerung noch mehr betragen. — Dieses war der Gang der Phänomene an heitern stillen Tagen.

Wenn man hiemit meine vorhin mitgetheilten Beobachtungen vergleicht, so findet man sie fast in allen Umständen hiemit übereinstimmend. In der geringen Höhe von $4\frac{1}{2}$ Fuß und 18 Fuß fand bei Sonnenaufgang ein merklicher, fast auf $\frac{1}{2}$ Grad gehender Unterschied der Wärme statt, um welchen die obere Luft wärmer als die untere war; dieser Unterschied nahm ab, ward $= 0$, und ging um 8 bis 9 Uhr ins Entgegengesezte über, und kurz nach Mittag war die obere Luft allemal um etwas kälter, als die untere, und dieser Unterschied ging zuweilen beinahe auf $\frac{3}{4}$ Grad. Bei dem Abnehmen der Wärme trat gegen 4 Uhr oder auch wol später die Gleichheit der Temperatur ein und nach Sonnenuntergang war allemal die obere Luft um etwas, an heitern stillen Tagen aber zuweilen bis $1\frac{5}{8}$ Gr. wärmer, als die untere, in einer 13 Fuß niedrigern Schichte.

Der einzige Umstand der hier mit Pictets Erfahrung nicht übereinzustimmen scheint, ist, daß Pictet um Mittag die obere Luft beinahe um eben so viel kälter in Vergleichung der untern fand, als sie nach Sonnenuntergang die untere an Wärme übertraf, und daß hingegen

bei meinen Beobachtungen der leztere Unterschied reichlich doppelt so groß, als der erstere gefunden ward. Ich kann nicht entscheiden, ob dieses etwa von der Jahrszeit herrührt, in welcher ich meine Beobachtungen anstellte, ob nämlich in heißen Sommertagen die stärker erhizte Erde den untern Luftschichten mehr Wärme mittheilt, oder ob es hiebei auf Verschiedenheit des Bodens ankömt, da wahrscheinlich ein nackter Sandboden mehr Hitze annimt, als der mit Gras bewachsene Boden unsrer Marschen. Ich bin geneigt, die lezte Vermuthung vorzuziehen; denn wenn an sehr heißen Tagen der Unterschied der Wärme beträchtlich größer wäre, so müßten dann die entfernten Gegenstände, (wie im folgenden Abschnitte näher erhellen wird,) beträchtlich niedriger erscheinen, als es bei den Beobachtungen im Frühling der Fall war; aber dieses anzunehmen, habe ich keinen Grund, wenigstens fand es bei den im Sommer 1804 angestellten Beobachtungen, deren einige an sehr heißen Tagen angestellt wurden, nicht merklich statt.

22.

Weniger vollkommen als Pictets Beobachtungen, aber gleichwol in andrer Rücksicht merkwürdig sind die Beobachtungen von James Six, die er in den Philosophical Transactions Vol. 78. erzählt. Er bediente sich dabei einer besondern Art von Thermometer oder Thermometrograph *), welche die größte oder kleinste Wärme, die in Abwesenheit des Beobachters statt gefunden, angeben, und seine Beobachtungen sind daher in so fern unvollkommen, als sie die Zeit der größten in verschiedenen Höhen statt findenden Wärme-Differenz nicht angeben, und auch über das allmälige Wachsen oder Abnehmen dieser Differenz keine Aufschlüsse geben; dagegen aber haben sie den Vorzug, in Höhen, die um 220 Fuß verschieden waren, angestellt zu sein. Völlig, bis auf Kleinigkeiten genau scheinen die von den Thermometern angegebnen Maxima und Minima der Wärme auch nicht zu sein, denn es kommen einzelne Irregularitäten vor, die wahrscheinlich in der Natur nicht statt fanden, z. B. daß an einem heitern October-Tage die Mittagswärme in der Höhe 1 Gr. Fahrenh. größer angegeben ist, als nahe an der Erde, oder ein andresmal in der Nacht die größte Kälte dicht an der Erde und in 3 Fuß Höhe völlig gleich, in 6 Fuß Höhe aber 3 Fahrenh. Grade geringer gewesen sein soll; indeß verdienen sie dessen unerachtet immer Aufmerksamkeit.

Six hatte anfangs zwei dieser Thermometer, eines in einem Garten 9 Fuß über der Erde, daß andre an dem Thurme der Hauptkirche in Canterbury 220 Fuß hoch aufgehangen,

*) Man vergleiche über dieses Instrument Gilberts Annalen II. 287.

Fuß über der Erde, und seine Resultate sind denjenigen ganz ähnlich, welche sich aus meinen Beobachtungen ergeben. Er fand bei Sonnenaufgang die obere Luft erheblich wärmer als die untere, dieser Unterschied der Temperatur nahm, wenn es heiter war, allmälig ab, und ohngefähr 2 bis 3 Stunden nach Sonnenaufgang war die Luft in 5 und in 75 Fuß Höhe gleich warm; da nun die untere Luft fortdauernd mehr an Wärme gewann, als die obere, so fand von diesem Zeitpuncte an ein entgegengesezter Unterschied der Temperaturen statt, der bis zur Zeit der größten Mittagswärme zunahm, und dann bis auf 2 Grad der achtzigtheiligen Scale ging. —

Nachmittags oder vielmehr nach dem Zeitpuncte der größten Wärme fing die Temperatur in diesen verschiedenen Höhen wieder an, sich der Gleichheit mehr zu nähern; die Wärme, die jezt nahe an der Erde größer war, als oben, nahm in den untern Schichten schneller ab als in der Höhe, und noch vor Sonnenuntergang war bis zu 75 Fuß Höhe die Temperatur überall gleich geworden; aber diese Gleichheit war auch dann nur ein Uebergang zum Entgegengesezten. Um die Zeit des Sonnenunterganges nimt die Wärme nahe an der Erde schnell ab, aber in der Höhe geht diese Abkühlung viel langsamer, daher behält nun die obere Luft eine größere Wärme als die untere, und auch dieser Unterschied konte bei den in 5 Fuß und in 75 Fuß Höhe angebrachten Thermometern 2 Grad und selbst gegen das Ende der Dämmerung noch mehr betragen. — Dieses war der Gang der Phänomene an heitern stillen Tagen.

Wenn man hiemit meine vorhin mitgetheilten Beobachtungen vergleicht, so findet man sie fast in allen Umständen hiemit übereinstimmend. In der geringen Höhe von $4\frac{1}{2}$ Fuß und 18 Fuß fand bei Sonnenaufgang ein merklicher, fast auf $\frac{1}{2}$ Grad gehender Unterschied der Wärme statt, um welchen die obere Luft wärmer als die untere war; dieser Unterschied nahm ab, ward = 0, und ging um 8 bis 9 Uhr ins Entgegengesezte über, und kurz nach Mittag war die obere Luft allemal um etwas kälter, als die untere, und dieser Unterschied ging zuweilen beinahe auf $\frac{3}{4}$ Grad. Bei dem Abnehmen der Wärme trat gegen 4 Uhr oder auch wol später die Gleichheit der Temperatur ein und nach Sonnenuntergang war allemal die obere Luft um etwas, an heitern stillen Tagen aber zuweilen bis $1\frac{5}{8}$ Gr. wärmer, als die untere, in einer 13 Fuß niedrigern Schichte.

Der einzige Umstand der hier mit Pictets Erfahrung nicht übereinzustimmen scheint, ist, daß Pictet um Mittag die obere Luft beinahe um eben so viel kälter in Vergleichung der untern fand, als sie nach Sonnenuntergang die untere an Wärme übertraf, und daß hingegen

bei meinen Beobachtungen der leztere Unterschied reichlich doppelt so groß, als der erstere gefunden ward. Ich kann nicht entscheiden, ob dieses etwa von der Jahrszeit herrührt, in welcher ich meine Beobachtungen anstellte, ob nämlich in heißen Sommertagen die stärker erhizte Erde den untern Luftschichten mehr Wärme mittheilt, oder ob es hiebei auf Verschiedenheit des Bodens ankömt, da wahrscheinlich ein nackter Sandboden mehr Hize annimt, als der mit Gras bewachsene Boden unsrer Marschen. Ich bin geneigt, die lezte Vermuthung vorzuziehen; denn wenn an sehr heißen Tagen der Unterschied der Wärme beträchtlich größer wäre, so müßten dann die entfernten Gegenstände, (wie im folgenden Abschnitte näher erhellen wird,) beträchtlich niedriger erscheinen, als es bei den Beobachtungen im Frühling der Fall war; aber dieses anzunehmen, habe ich keinen Grund, wenigstens fand es bei den im Sommer 1804 angestellten Beobachtungen, deren einige an sehr heißen Tagen angestellt wurden, nicht merklich statt.

22.

Weniger vollkommen als Pictets Beobachtungen, aber gleichwol in andrer Rücksicht merkwürdig sind die Beobachtungen von James Six, die er in den Philosophical Transactions Vol. 78. erzählt. Er bediente sich dabei einer besondern Art von Thermometer oder Thermometrograph *), welche die größte oder kleinste Wärme, die in Abwesenheit des Beobachters statt gefunden, angeben, und seine Beobachtungen sind daher in so fern unvollkommen, als sie die Zeit der größten in verschiedenen Höhen statt findenden Wärme-Differenz nicht angeben, und auch über das allmälige Wachsen oder Abnehmen dieser Differenz keine Aufschlüsse geben; dagegen aber haben sie den Vorzug, in Höhen, die um 220 Fuß verschieden waren, angestellt zu sein. Völlig, bis auf Kleinigkeiten genau scheinen die von den Thermometern angegebnen Maxima und Minima der Wärme auch nicht zu sein, denn es kommen einzelne Irregularitäten vor, die wahrscheinlich in der Natur nicht statt fanden, z. B. daß an einem heitern October-Tage die Mittagswärme in der Höhe 1 Gr. Fahrenh. größer angegeben ist, als nahe an der Erde, oder ein andresmal in der Nacht die größte Kälte dicht an der Erde und in 3 Fuß Höhe völlig gleich, in 6 Fuß Höhe aber 3 Fahrenh. Grade geringer gewesen sein soll; indeß verdienen sie dessen unerachtet immer Aufmerksamkeit.

Six hatte anfangs zwei dieser Thermometer, eines in einem Garten 9 Fuß über der Erde, daß andre an dem Thurme der Hauptkirche in Canterbury 220 Fuß hoch aufgehangen,

*) Man vergleiche über dieses Instrument Gilberts Annalen II. 287.

... bis Juli 1785 die größte Wärme ... statt gefunden hatte. Der Unter... Höhen statt fand, war im Juni am ... Fahrenh. Grade, also äußerst selten mehr als ... und stillen Nächten war gewöhnlich die Wär... in 9 Fuß Höhe, und dieser Unterschied betrug ...; — und einmal sogar beinahe 15 Gr. Fahrenh. ... nicht ganz selten, wo die Luft während der Nacht ... und bei gewölkter Luft und regnigtem Wetter besonders ... sich mit der meinigen, nach welcher Abends wol ohne ... wärmer sein sollten, sehr gut vereinbaren. Es konte ... Wärme zwar von der Erde an bis zu einer Höhe von 50 oder ... größern Höhen aber wieder so abnehmen, daß sie in 220 Fuß ... der Erde betrug, denn da es gewiß ist, daß in sehr großen Hö... ..., so muß es während der Nacht eine gewisse Höhe geben, wo ... statt findet, und dieses Maximum konnte bald höher als 220 Fuß, ...

23.

... Verschiedenheit der Wärme in verschiednen Höhen näher zu untersuchen, ... mehrere Thermometer auf. Die Beobachtungen, die er an diesen anstellte, ... Rücksicht der nächtlichen Kälte merkwürdig, weil sie in einer Jahrszeit ange... wo am Tage die Erde nicht so erwärmt wird, daß die Mittagswärme nahe an ... viel größer als in der Höhe sein könnte. Von den Beobachtungen der größten ... Kälte will ich hier einige mittheilen, welche wenigstens einigermaßen das Gesez zei... wie die Wärme in der Höhe zunimt. Es waren zu diesen Beobachtungen anfangs auf ... Wiese drei Thermometer, eines dicht am Boden, eines 3 Fuß hoch, und eines 6 Fuß hoch aufgestellt, und zugleich ward das im Garten auf 9 Fuß Höhe und das am Thurme auf 220 Fuß Höhe aufgehangene beobachtet: alle diese Thermometer waren so eingerichtet, daß sie das Minimum der während der Nacht statt findenden Wärme angaben, und die folgende erste Tabelle enthält die merkwürdigsten dieser Beobachtungen. — Nachher stellte er eine zweite Reihe von Beobachtungen an, wobei ein Thermometer am Boden, eines in 1 Zoll Höhe, das dritte 9 Zoll, das vierte 3 Fuß und das fünfte 6 Fuß hoch stand, und von diesen will ich in der zweiten Tabelle einige mittheilen. Die Wärme ist hier in Fahrenheitischen Graden ausgedrückt.

Beobachtungen der größten nächtlichen Kälte.

Zeit der Beobachtungen	Thermometer-Stände am Boden	in 3 Fuß Höhe auf der Wiese.	in 6 Fuß Höhe	in 9 Fuß Höhe im Garten	in 220 F. Höhe am Thurm	Witterung	Wind
1786. Nov. 12	23	25½	26	27	31	Heiter.	O.
13	21½	24	25	26	30	Heiter.	O.
27	35	37	38	39	44	Heiter.	S.
29	37½	38½	38	38	43	Regen.	S.
Dec. 27	4	4	7	6½	21	Heiter.	S
29	25	26	28	27	34	Heiter.	S.
1787. Jan. 2	25	27	29	28½	37	Heiter.	O.
12	21	23	26	24½	31	Heiter.	O.
28	13	14	17	16	25	Heiter.	—
Febr. 6	28	29	32	31	36	Heiter.	S.

Beobachtungen über die größte nächtliche Kälte.

Zeit der Beobachtungen	Thermometer-Stände. am Boden	in 1 Zoll Höhe	in 9 Zoll Höhe.	in 3 Fuß Höhe	in 6 Fuß Höhe
1786. Dec. 31	28	27½	29	29	31
1787. Jan. 8	21	21	22	22	24
11	27½	—	27	28	31
12	21	21	23	23½	26
13	34	30½	32	34½	37
14	23	22½	24	25	28
Febr. 6	28	27½	29½	29	32
23	19	18½	20	21	23

Diese Beobachtungen, obgleich sie von auffallenden Irregularitäten nicht frei sind, zeigen doch meistens, daß die Wärme nur nahe an der Erde mit der Höhe schnell zunimt, und daß in größern Höhen diese Zunahme bei gleicher Aenderung des Standpuncts immer weniger merklich wird. Six stellte ähnliche Beobachtungen zu gleicher Zeit auf einem Hügel an, und fand auch da dicht an der Erde die nächtliche Kälte größer als in 6 Fuß Höhe, und der

... als bei den im Thale in ähnlicher Lage

... ungen und Sir bemerkt es auch ausdrücklich,
... in heitern kalten Winternächten erheblich
... Frost die Luft viele gefrorne Dünste absezt. Und
... achtungen, die er auf den Alpen in der Region des
... Saussure bemerkte nämlich bei seinem langen Auf-
... 1788,) daß immer die Oberfläche des Schnees gleich
... wenn die Luft in einiger Höhe noch eine Temperatur
... punct der achzigtheiligen Scale hatte; dieses veranlaßte

... Thermometer in verschiedenen Entfernungen von der Ober-
... berührte diese Oberfläche, das zweite war 1 Linie, das dritte
... und hier stand am 12 Jul. um 10¼ Uhr Abends, das erste
... das dritte auf + 1, 8 Grad, und ein viertes an einer an-
... hängendes zeigte eben die Wärme, wie das in 20 Zoll Höhe.
... Zeit mit einer 2 bis 3 Linien dicken Eiskruste bedeckt, unten aber
... peratur = 0. Saussure glaubt, daß diese Kälte nahe an der
... von der Verdünstung herrühre, bemerkt aber auch, daß heitere Wit-
... ten sei.

... achtungen erklären vielleicht, wenn man sie nun mit denen über die Re-
... eine Erfahrung, die man längst als ein gänzlich einziges Beispiel
... Refraction gekant und oft angeführt hat. Ich werde nämlich im näch-
... (und die Natur der Sache läßt es auch schon vermuthen,) daß die Re-
... ist, oder die Gegenstände sehr erhoben scheinen, wenn die obere Luft wär-
... ist; findet nun dieser Unterschied der Temperatur bei uns in heitern Win-
... statt; ist er ferner auf den Gletschern so sehr erheblich, so ist wahrschein-
... in der langen Nacht der Polarländer sehr beträchtlich sein mag, und daß
... die starke Refraction zuzuschreiben war, welche die Holländer am 24 und
... auf Nova Zembla beobachteten **), da sie die Sonne mehrere Tage früher
... als es nach der Breite von Nova Zembla hätte geschehen sollen.

... Journal der Physik. I. Bd. S. 443. **) Kramp analyse des refractions. p. 129.

Zweiter Abschnitt.

Resultate aus den Beobachtungen über die Variationen der scheinbaren Höhe entfernter Gegenstände.

I. Beantwortung der Frage:

Wie die scheinbare Höhe irdischer Gegenstände sich ändert, wenn die Temperatur der höhern und niedrigern Luftschichten ungleich ist.

25.

Wenn man die Beobachtungen, welche diesen Gegenstand betreffen, auch nur flüchtig ansieht, so fällt doch das allgemeine Gesetz, zu welchem sie führen, sehr bald in die Augen, nämlich das Gesetz, daß die scheinbare Höhe entfernter Objecte um desto größer ist, je wärmer die obere Luft in Vergleichung der untern ist. Es bedarf auch nicht vieler Ueberlegung, um den Grund hievon einzusehen. Da der Lichtstral nur deswegen von der graden Linie abweicht, weil er auf seinem Wege Luftschichten von ungleicher Dichtigkeit antrift, so ist offenbar, daß die Krümmung desselben desto mehr betragen muß, je größer diese Verschiedenheit der Dichtigkeiten ist; aber es ist bekannt, daß die wärmere Luft elastischer, folglich bei gleichem Drucke dünner ist, als die kältere, und es muß daher die Dichtigkeit der Luft in der Höhe schneller abnehmen, wenn die obere Luft die untere an Wärme übertrift, als wenn die Temperatur der Luft überall gleich, oder in der Höhe wol gar merklich geringer, als unten ist; — in jenem Falle also wird auch die Refraction am größesten sein.

Aber obgleich im Allgemeinen diese Regel sich in der mitgetheilten Reihe von Beobachtungen deutlich genug ausdrückt, so fehlt es doch im Einzelnen nicht an kleinern und größern Abweichungen, über welche man noch nähere Aufschlüsse wünschen könte. Es läßt sich zwar wol einsehen, daß bei den sehr kleinen Differenzen der Temperatur, worauf es hier ankömt, Fehler, die in Vergleichung des Ganzen schon erheblich sind, nicht vermieden werden können,

Beobachtungen hätte, bestimmen, ob die irregulären Aenderungen der Temperatur oben eben so wie nahe an der Erde statt finden, und welchen Einfluß sie auf die Bestimmung der Differenz der gleichzeitigen Temperatur in verschiednen Höhen haben. — Bei solchen Beobachtungen, welche zugleich zeigten, ob das Gesetz der Wärme-Differenzen immer dasselbe ist, oder ob zuweilen bis zu gewissen Höhen eine bestimte Differenz der Wärme statt finden kann, ohne daß diese in größern Höhen jedesmal in einerlei Verhältniß, zu wachsen brauchte, würde man wahrscheinlich von den meisten Aenderungen der Refraction den Grund angeben können; indeß würden auch dann doch diejenigen Fälle unerklärt bleiben, wo Gegenstände, die an Höhe ohngefähr gleich sind, aber nach verschiedenen Richtungen liegen, ihre scheinbare Höhe ungleichförmig ändern: eine Erscheinung, welche ohne Zweifel davon herrührt, daß die Temperatur über der ganzen Ebene in gleichen Höhen nicht vollkommen gleich ist, und zuweilen an einzelnen Stellen Aenderungen leidet, von denen an andern Stellen nichts zu bemerken ist. — Ich kehre nun zu den von mir angestellten Beobachtungen zurück, die freilich von dem Ideale der Vollkommenheit, welches sich hier aufstellen ließe, noch ziemlich weit entfernt sind.

27.

In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen, oder vielmehr die Mittelzahlen aus mehrern Beobachtungen nach den Differenzen der Temperatur geordnet. Den Anfang machen diejenigen, wo die obere Luft in Vergleichung der untern am kältesten war, und wo folglich die Gegenstände am niedrigsten erscheinen mußten. Es sind aber in dieser Tabelle nicht die einzelnen Beobachtungen aufgeführt, sondern wenn bei mehreren bald nach einander angestellten Beobachtungen die Differenz der Temperatur sich nicht merklich und regulär änderte, und die scheinbare Höhe ziemlich unverändert blieb, so sind diese zusammen genommen und aus den verschiedenen Differenzen der Temperatur, so wie aus den verschiedenen scheinbaren Höhen die Mittel genommen. Bei erstern ist aber, wenn die Mittelzahl einen andern Bruch als Achtel und Sechszehntel gab, dieser Bruch immer mit dem ihm am nächsten kommenden in Sechszehntheilen darstellbaren verwechselt; und bei leztern sind die Theile von Secunden weggelassen. In den Fällen, wo die Angaben der Wärme-Unterschiede bei mehrern nach einander folgenden, zusammen genommenen Beobachtungen erheblich verschieden waren, stehen in einer Parenthese das Maximum und Minimum unter der Mittelzahl; und ebenso stehen unter den Mittelzahlen der scheinbaren Höhen die Maxima und Minima, in den Fällen, wo die einzelnen Beobachtungen aus denen das Mittel genommen ist, um mehr als 10 Sec. von einander abweichen.

as obere Thermometer
einer mittlern Höhe ein
öhen-Unterschied die Diffe-
i meinen Beobachtungen nur
Vergleichung der ganzen Diffe-
bei den meinigen. Aber dennoch
ablassen muß, so überaus vortheil-
n in diesem Falle wird auf ein etwas
r der untern Luft während des Herab-
cht rathsam ein sehr träges Thermometer
den, zuweilen schnell erfolgenden Aenderun-
uchen würde, um den gehörigen Stand zu

vermeiden könte, so blieben doch noch andre
und Genauigkeit des Beobachters abhängen.
Aenderungen unterworfen, welche es sehr schwer
in verschiedenen Höhen zu bestimmen. Bei dem
zwar aus der Größe der Variationen und indem man
, die mittlere Temperatur noch wol ziemlich genau
Thermometers läßt sich nicht so oft beobachten, und es
den einzelnen Beobachtungen ein Mittel herleitet, wel-
rden ist. Diese Unannehmlichkeit findet besonders als-
und hellem Sonnenschein ein frischer Wind weht, und
t nicht zu niedrigem Stande abwechselnd von Wolken be-
halten Beispiele genug von solchen schnellen Variationen
daß die scheinbare Höhe der Gegenstände zu solchen Zeiten
en ist, so daß alle Gegenstände in beständigem Zittern

großer Vollkommenheit anstellen, so müßte
in beträchtlicher Höhe aufgehangenen Ther-
denen Höhen haben müßte,) beobachtet
, wenn man einen Gehülfen bei den

daß man bei der Schätzung des Thermometer-Standes sich gar leicht, um $\frac{1}{8}$ Grad irr
u. s. w. — aber ganz allein liegt hierin der Grund der Abweichungen auch nicht, s
muß zuweilen örtliche Verschiedenheiten geben, vermöge welcher manchmal ein (
mehr als der andre erhoben erscheint und wahrscheinlich ist auch das Gesetz, nach
Wärme in der Höhe zu- oder abnimt, nicht immer dasselbe; — ein Umstand,
tigkeit von selbst einleuchtet, dessen genaue Untersuchung aber nicht geringe Sc

26.

Die Fehler, welche bei den Beobachtungen begangen werden, li
nicht ganz genauen Bestimmung der scheinbaren Höhe der Gegenstände, t
gen Angabe der Temperatur. Ueber die erstern brauche ich hier eben nic
reden, da sie gewiß immer in Vergleichung derjenigen, welche in der T
ter-Stände begangen werden können, sehr klein sind. Die Ansicht de
mittheilen werde, zeigt, daß wenn die Differenz der Temperaturen
Höhe, sich nur um $\frac{1}{8}$ Grad ändert, die scheinbare Höhe der beob
eine Aenderung von 10 Sec. bis 20 Sec. litt, die scheinbaren Hö
genstände irgend deutlich zu sehen waren, und nicht etwa bei st
zusehr zitterte, wenigstens bis auf 5 oder 6 Sec. genau; also
gangenen Fehler hier keinen großen Einfluß auf die Resultate
niger, wenn man das Mittel aus mehrern Beobachtun
die Irrthümer, die bei Bestimmung des Thermometer-S
Thermometergrades sind so klein, daß es fast unverm
Thermometerhöhe nicht zuweilen um einen solchen Theil
daß bei beiden zusammengehörigen Beobachtungen fe
vorfallen, so kann die angegebene Differenz um
liche Verschiedenheit der Thermometer-Stände,
zu verschiedenen Zeiten beobachtete Differen
doch wirklich um $\frac{1}{2}$ Gr. verschieden waren.
ten zu besorgen hat, und vor dem man sich
tern nach einander folgenden Beobachtung
wachsend oder abnehmend gefunden hat;
strenge Uebereinstimmung der Beobachtunge

Zeit der Beobachtung. 1805.	Differenz der Wärme in $4\frac{1}{4}$ F. u. 18 F. Höhe	Höhen über dem scheinbaren Horizonte. VI.	IX.	XI.	Wärme in $4\frac{1}{2}$ F. Höhe.	nahe an d. Erde	
März 20. 6h 37′ bis 6. 39. M.	$+\frac{1}{4}$	8′. 12″.	3′. 27″.	6′. 12″.	$1\frac{5}{8}$	0	
März 19. 5. 38. bis 6. 15. A.	$+\frac{5}{16}$	8. 2.	2. 59.	5. 35. (5. 29 bis 5. 40.)	$4\frac{1}{8}$		
März 30. 6. 9. bis 6. 30. A.	$+\frac{5}{16}$	8. 3.	2. 47.	5. 40.	2	2	h
März 21. 5. 59. bis 6. 13. M.	$+\frac{3}{8}$	8. 7.	3. 14.	5. 49.	$1\frac{1}{4}$	vermuthlich 0	
März 24. 5. 28. bis 5. 37. A.	$+\frac{3}{8}$	8. 18.	3. 24. (3. 16 bis 3. 32.)	6. 9. (6. 0 bis 6. 17.)	$2\frac{1}{4}$		
März 19. 6. 20. bis 6. 25. M.	$+\frac{3}{8}$	8. 20. (8. 16 bis 8. 27.)	3. 26.	6. 10. (5. 57 bis 6. 16.)	$3\frac{3}{4}$		
April 1. 6. 25. bis 6. 45. A.	$+\frac{3}{8}$	8. 23.	3. 39.	6. 20.	$1\frac{1}{2}$		
April 7. 6. 14. bis 6. 20. A.	$+\frac{3}{8}$	8. 20.	3. 26.	6. 21.	5	$4\frac{1}{2}$	
März 20. 6. 18. bis 6. 35. M.	$+\frac{3}{8}$	8. 26.	3. 37.	6. 27. (6. 20 bis 6. 31.)	$1\frac{1}{4}$	0	
März 24. 5. 45. bis 5. 53. A.	$+\frac{7}{16}$	8. 30.	3. 49.	6. 35.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	
April 7. 6. 27. bis 7. 3. A.	$+\frac{1}{2}$	8. 31. (8. 23 bis 8. 36.)	3. 42. (3. 34 bis 3. 48.)	6. 41. (6. 31 bis 6. 49.)	4		
März 20. 5. 44. bis 5. 53. A.	$+\frac{5}{8}$	9. 10.	4. 37. (4. 29 bis 4. 42.)	7. 42.	$3\frac{1}{2}$		
März 24. 6. 2. bis 6. 9. A.	$+\frac{11}{16}$	8. 47. (8. 41 bis 8. 52.)	4. 3.	6. 55.	$0\frac{3}{4}$		
März 20. 6. 5. bis 6. 11. A.	$+\frac{3}{4}$	9. 21.	4. 44.	8. 0. (7. 54 bis 8. 6.)	3		
März 20. 6. 15. A.	$+\frac{7}{8}$	9. 29.	4. 56.	8. 24.	3		
März 20. 6. 17. bis 6. 20. A.	+1.	9. 40.	5. 12.	8. 45. (8. 37 bis 8. 52.)	$2\frac{3}{4}$		
April 10. 6. 48. bis 6. 50. A.	$+1\frac{1}{8}$	9. 47.	5. 24.	8. 41.	$4\frac{1}{4}$		
April 10. 6. 53. bis 7. 1. A.	$+1\frac{1}{4}$	10. 9.	5. 52.	9. 2.	4	$3\frac{1}{8}$	i
März 20. 6. 25. bis 6. 30. A.	$+1\frac{3}{8}$	9. 55.	5. 28.	9. 9.	$2\frac{3}{8}$		i

Zeit der Beobachtung. 1805.	Differenz der Wärme in $4\frac{1}{2}$ F. u. 18 F. Höhe	Höhen über dem scheinbaren Horizonte. VI.	IX.	XI.	Wärme in $4\frac{1}{2}$ F. Höhe.	nahe an d. Erde	
April 10. 7h 1' A.	$+1\frac{3}{8}$	10'. 14".	5'. 57".	9'. 34".	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	
April 10. 7. 5. bis 7. 20. A.	$+1\frac{5}{8}$	10. 25. (10.19 bis 10.31)	6. 10.	9. 34.	3	2	
April 10. 7. 5. bis 7. 12. A.	$+1\frac{5}{8}$	10. 31.	6. 15.	9. 40.	3	2	k

Anmerkungen

zu einzelnen Beobachtungen der vorigen Tabelle.

a) Bei den drei mit a bezeichneten Beobachtungen war die Temperatur so äußerst veränderlich, daß man keine brauchbare Resultate erwarten kann.

b) Auch bei dieser Beobachtung ist die mittlere Temperatur in $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe etwas ungewiß: die drei Angaben $7\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$, $7\frac{7}{8}$ geben $7\frac{5}{8}$, und diese habe ich als Mittel angenommen.

c) c) Diese Beobachtungen können zum Beweise dienen, wie ungleich die Höhen-Aenderung verschiedener Gegenstände manchmal ist: da der Gegenstand XI das eine mal fast 30 " höher erschien, als er in Vergleichung mit der andern Beobachtung und der auf IX gerichteten hätte erscheinen sollen.

d) Auch hier ist die Differenz der Temperatur etwas ungewiß.

e) Die Differenz der Temperatur ist hier = 0 anzunehmen, weil die Angabe, daß die Wärme so wol in der Höhe als nahe an der Erde größer als in $4\frac{1}{2}$ F. Höhe sein sollte, gewiß unrichtig ist.

f) Die scheinbare Höhe von XI schien noch zuzunehmen, während VI und IX schon niedriger erschienen, und auch die Differenz der Temperatur abnahm.

g) Die hier angegebene Differenz der Temperatur ist vermuthlich etwas zu klein, da das obere Thermometer wegen des Windes wahrscheinlich schon im Herablassen seinen Stand änderte.

h) Die Beobachtung von IX gehört eigentlich zu der Differenz $+\frac{1}{4}$, da die Beobachtung dieses Gegenstandes bei dem größern Unterschiede der Temperatur nicht wiederholt ward.

Höhen über dem scheinbaren Horizonte.

			IX.	XI.	Wärme in $4\frac{1}{2}$ F. Höhe.	nahe an d. Erde	
			3'. 27".	6'. 12".	$1\frac{5}{8}$	0	
				5. 35. (5. 29 bis 5.'40.)	$4\frac{1}{8}$		
				5. 40.	2	2	h
			14.	5. 49.	$1\frac{1}{4}$	vermuthlich 0	
			3. 24. (3. 16 bis 3. 32.)	6. 9. (6. 0 bis 6. 17.)	$2\frac{1}{4}$		
		20. (… bis 8. 27.)	3. 26.	6. 10. (5. 57 bis 6. 16.)	$3\frac{3}{4}$		
		8. 23.	3. 39.	6. 20.	$1\frac{1}{2}$		
	8	8. 20.	3. 26.	6. 21.	5	$4\frac{1}{2}$	
M.	$+\frac{1}{8}$	8. 26.	3. 37.	6. 27. (6. 20 bis 6. 31.)	$1\frac{1}{4}$	0	
45. … 53. A.	$+\frac{7}{16}$	8. 30.	3. 49.	6. 35.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	
6. 27. bis 7. 3. A.	$+\frac{1}{2}$	8. 31. (8. 23 bis 8. 36.)	3. 42. (3. 34 bis 3. 48.)	6. 41. (6. 31 bis 6. 49.)	4		
…g 20. 5. 44. bis 5. 53. A.	$+\frac{5}{8}$	9. 10.	4. 37. (4. 29 bis 4. 42.)	7. 42.	$3\frac{1}{2}$		
…g 24. 6. 2. bis 6. 9. A.	$+\frac{11}{16}$	8. 47. (8. 41 bis 8. 52.)	4. 3.	6. 55.	$0\frac{3}{4}$		
…g 20. 6. 5. bis 6. 11. A.	$+\frac{3}{4}$	9. 21.	4. 44.	8. 0. (7. 54 bis 8. 6.)	3		
…g 20. 6. 15. A.	$+\frac{7}{8}$	9. 29.	4. 56.	8. 24.	3		
…g 20. 6. 17. bis 6. 20. A.	+1.	9. 40.	5. 12.	8. 45. (8. 37 bis 8. 52.)	$2\frac{3}{4}$		
…l 10. 6. 48. bis 6. 50. A.	$+1\frac{1}{8}$	9. 47.	5. 24.	8. 41.	$4\frac{1}{4}$		
…l 10. 6. 53. bis 7. 1. A.	$+1\frac{1}{4}$	10. 9.	5. 52.	9. 2.	4	$3\frac{1}{8}$	i
… 20. 6. 25. bis 6. 30. A.	$+1\frac{3}{8}$	9. 55.	5. 28.	9. 9.	$2\frac{3}{8}$		i

und man übersieht deutlich daß die Beobachtungen der Voraussetzung, daß ay eine grade Linie sei, nicht entsprechen.*) Die Curve, welche die Beobachtungen am besten darstellt, hat ohngefähr in der Gegend, welche mit der Wärme-Differenz $= +\frac{3}{8}$ zusammengehört einen Wendungs-Punct; und hier ändern sich daher die scheinbaren Höhen am schnellsten. —

Wenn man auf diese Weise eine reguläre Linie, die sich möglichst nahe an die Beobachtungen anschließt, sucht; so kann man die Ordinaten derselben, als die eigentlichen Werthe der durch die Beobachtungen angegebenen scheinbaren Höhen für bestimte Wärme-Differenzen ansehen. — Ich habe diese so genau als möglich zu bestimmen gesucht, und will die Zahlen, welche sich am nächsten an die Beobachtungen halten, in der folgenden Tabelle mittheilen, als

Mittlere scheinbare Höhen, welche zu Folge der Beobachtungen mit bestimten Differenzen der Wärme zusammen gehören.

Differenzen der Wärme	Scheinbare Höhen. VI.	IX.	XI.
$-\frac{5}{8}$	6′. 52″.	1′. 8″.	3′. 45″.
$-\frac{1}{2}$	7. 2.	1. 24.	4. 1.
$-\frac{3}{8}$	7. 13.	1. 40.	4. 18.
$-\frac{1}{4}$	7. 23.	1. 57.	4. 35.
$-\frac{1}{8}$	7. 34.	2. 15.	4. 53.
0	7. 45.	2. 33.	5. 12.
$+\frac{1}{8}$	7. 57.	2. 52.	5. 33.
$+\frac{1}{4}$	8. 8.	3. 12.	5. 56.
$+\frac{3}{8}$	8. 21.	3. 33.	6. 20.
$+\frac{1}{2}$	8. 36.	3. 54.	6. 45.
$+\frac{5}{8}$	8. 52.	4. 14.	7. 10.
$+\frac{3}{4}$	9. 7.	4. 33.	7. 34.
$+\frac{7}{8}$	9. 22.	4. 51.	7. 58.
$+1$	9. 36.	5. 8.	8. 21.
$+1\frac{1}{8}$	9. 49.	5. 24.	8. 43.
$+1\frac{1}{4}$	10. 1.	5. 39.	9. 3.
$+1\frac{3}{8}$	10. 12.	5. 53.	9. 22.
$+1\frac{1}{2}$	10. 23.	6. 7.	9. 40.

*) Da die Beobachtungen unter sich nicht genau übereinstimmen, so fallen auch die Puncte y bald oberhalb bald unterhalb dieser Curve, aber wenn man die Curve so viel möglich so zieht, daß sie gleich nahe zwischen den an beiden Seiten liegenden y hinläuft, so findet man diejenige, welche am nächsten mit den Beobachtungen übereinstimt.

Diese Reihen werden wenigstens der Wahrheit nahe kommen, obgleich die irregulären Ungleichheiten der Beobachtungen nicht erlauben für völlige Richtigkeit zu bürgen.

Der Grund dieser ungleichförmigen Zunahme der scheinbaren Höhe scheint mir in folgendem zu liegen. Wenn die Luft in 20 Fuß Höhe wenig, z. B. $\frac{1}{4}$ Gr. wärmer als in 5 Fuß Höhe ist, so ist vielleicht diese Zunahme der Wärme bis zu 40 oder 60 Fuß Höhe ziemlich nahe gleichförmig, also etwa in 40 Fuß Höhe die Differenz $= + \frac{1}{2}$; kühlt aber die Erde nun schnell ab, während in 20 und 40 Fuß Höhe die Temperatur beinahe ungeändert bleibt, so wird die Differenz von 5 bis 20 Fuß stark wachsen, von 20 bis 40 Fuß aber fast so bleiben, wie vorhin. Im lezten Falle also wird der Lichtstral nur in dem lezten Theile seines Weges sehr stark gebrochen, und in dem erstern Theile desselben nicht viel mehr als bei kleinen Wärme-Differenzen; die Zunahme der scheinbaren Höhe wird also weniger betragen, als Sie nach Verhältniß der Wärme-Differenzen sollte.

29.

Aus den Beobachtungen erhellt auch, daß es keinen merklichen Unterschied macht, ob die Wärme groß oder klein ist, wenn nur die Differenz in bestimten Höhen einerlei ist; und daß es auch für diese Beobachtungen, wo der Lichtstral sich der Erde nirgends auf mehr als 4 Fuß näherte, ziemlich gleichgültig ist, ob die Wärme dicht an der Erde sehr groß war, aber lezteres hat einen bedeutenden Einfluß auf die Spiegelung oder auf die Richtung derjenigen Lichtstralen, welche sich der Erde sehr nähern: — doch davon an einem andern Orte.

30.

Endlich ließe sich nun noch die Frage aufwerfen, ob man nicht mit Hülfe dieser Beobachtungen die wahre Höhe bestimmen könte, unter welchen die Gegenstände erscheinen sollten, wenn der Lichtstral ungebrochen ins Auge käme. Ich glaube, daß folgende Betrachtungen zu einer ziemlich sichern Beantwortung dieser Frage führen. — Man nimt gewöhnlich an, daß bei einer überall gleichen Temperatur das Barometer ohngefähr von 28 Zoll auf 27 Zoll 11 Lin. fällt, wenn man 78 pariser Fuß steigt: in 78 Fuß Höhe hat also die Dichtigkeit der Luft um $\frac{1}{336}$ abgenommen, wenn die Temperatur überall gleich ist. Nimt aber die Wärme in der Höhe ab, so beträgt diese Abnahme der Dichtigkeit weniger und wenn der Unterschied der Wärme groß genug ist, so kann sie wol gänzlich verschwinden. Vermöge des Angeführten würde, da bei den Beobachtungen die Thermometer um $12\frac{1}{4}$ Fuß paris.

Maaß *) von einander entfernt waren, für eine gleichförmige Temperatur die Dichtigkeit der Luft bei dem obern = $\frac{2139}{2146}$ sein, wenn sie bei dem untern = 1 ist; aber die specifische Elasticität der Luft wächst ohngefähr um $\frac{1}{2140}$, wenn die Wärme um $\frac{1}{10}$ Gr. der Achzigtheiligen Scale zunimt; also läßt sich, mit einer für den gegenwärtigen Zweck hinlänglichen Genauigkeit annehmen, daß die untere Luft bis zu einer ziemlich ansehnlichen Höhe eine überall gleiche Dichtigkeit hatte, wenn in meinen Beobachtungen die Wärme-Differenz = — $\frac{1}{10}$ war. Man wird also eben nicht viel irren können, wenn man die bei dieser Wärme-Differenz statt findenden scheinbaren Höhen als die wahren annimt: ich setze daher

der Gegenstände	IV.	IX.	XI.
scheinbare Höhe	= 7′ 35″	2′ 17″	4′ 57″

woraus sich die Höhe dieser Gegenstände über der Erde leicht berechnen läßt: — und hiernach ist die wahre Höhe dieser und der übrigen Gegenstände oben (§. 14.) wirklich berechnet.

Die Frage, wie man es anzufangen habe, um aus gemeßnen Höhen-Winkeln die wahre Höhe eines nicht allzu hohen Gegenstandes zu bestimmen, beantwortet sich nun hieraus von selbst; wenn man nämlich die Unterschiede der Wärme zu beobachten Gelegenheit hat. Hat man dieses nicht, so mögte sich als wenigstens ziemlich gute Regel die Zeit um 4 Uhr Nachmittags wol am besten als solche bestimmen lassen, wo man vor erheblichen Fehlern in der Angabe der scheinbaren Höhe einigermaßen gesichert ist. Diese Regel findet indeß nur Anwendung bei Gegenständen, die nur höchstens 100 Fuß hoch sind, und mit Sicherheit mögte ich sie kaum bei Gegenständen, die über 40 Fuß hoch sind, empfehlen. — Wollte man die Höhe eines Berges trigonometrisch bestimmen, so müßte man immer schon auf die Regeln Rücksicht nehmen, welche die Lehren von der astronomischen Refraction angeben, aber da in diesen höhern Luftschichten die Refraction wahrscheinlich weniger veränderlich ist, so mögte die Zeit, da die Irregularitäten in der untern Luft wegfallen, doch auch da die bequemste sein: zu jeder andern Zeit müßte man die gewöhnlichen Regeln für die Refraction um etwas corrigiren, um auf die ungleiche Wärme in den untern Schichten Rücksicht zu nehmen. Am meisten aber muß man sich hüten, solche Höhenmessungen an Gegenständen anzustellen, wo der Lichtstral in der Nähe eines Bergrückens oder Abhanges hinläuft, denn da jeder Gegenstand mit einer bald mehr bald minder erwärmten Luftschicht umgeben ist, so mögte es, wenn die ungleich erwärmten Schichten nicht horizontal sind, sehr schwierig sein über die Refraction

*) Nämlich $13\frac{1}{2}$ Oldenburg. Fuß, die ich vorhin nicht nöthig fand auf pariser zu reduciren.

etwas Genaues zu bestimmen; indeß würde es auch in diesem Falle am besten sein, diejenige Zeit zur Beobachtung zu wählen, wo die Wärme-Differenz in der Nähe der Erde ohngefähr = 0 ist.

II. Vergleichung der Aenderungen welche die scheinbare Höhe solcher Gegenstände leidet, die gleich weit entfernt, aber ungleich hoch sind.

Resultate der Beobachtungen, welche auf die 15700 Fuß entfernten Gegenstände VI, VII, VIII, IX gerichtet waren.

31.

Ich gehe sogleich zu einer tabellarischen geordneten Uebersicht der Beobachtungen vom Jahre 1804 fort. Diese Beobachtungen sind hier nach der Folge der wachsenden scheinbaren Höhen geordnet, und es sind auch hier, wo die einzelnen Beobachtungen nicht genau genug schienen, mehrere zusammen genommen und das Mittel hergesezt. Bei einigen wenigen Beobachtungen, nämlich bei denen, wo die scheinbare Höhe überaus schnell und in jeder Minute merklich zunahm, ist die scheinbare Höhe der übrigen Gegenstände so corrigirt, daß die Beobachtungen als gleichzeitig mit der auf VII gerichteten, können angesehn werden. Diese Correction, die nur am 14 und 25 Jun. Abends vorkömt, beträgt nur 3 bis 4 Sec. und beruht auf der Voraussezung, daß die scheinbare Höhe während der Zwischenzeit zwischen den zwei nächsten Beobachtungen gleichförmig zunahm; da diese Voraussezung um die Zeit des Maximum der Höhe nicht gültig ist, so sind die größten Höhen, in welchen die Gegenstände sich zeigten, unverändert aus den Beobachtungen hergesezt. Die corrigirten Beobachtungen sind mit (*) bezeichnet.

Beobachtungen

vom Jahre 1804.

Zeit der Beobachtung.	Höhen über dem scheinbaren Horizonte. VI.	VII.	VIII.	IX.
Jun. 13. 8^h. 2′.	7′. 7″.	7′. 56″.	2′. 6″.	1′. 16″.
Jun. 25. 2. 50.	6. 59.	8. 7.	2. 1.	1. 11.
Jun. 11. 11. 28.	7. 13.	8. 6.	2. 14.	
Jun. 13. 7. 53.	7. 12.	8. 6.	2. 20.	1. 19.
Jun. 3. 8. 0 bis 8. 10.	7. 13.	8. 8.	2. 27.	23.
Jun. 4. 1. 55.	7. 21.	8. 9.	2. 5. (1. 57 bis 2. 12.)	1. 15.
Jun. 7. 8. 2. bis 8. 14.	7. 16.	8. 11.	2. 26.	
Jun. 16. 11. 32.		8. 11.		1. 25.
Jun. 4. 8. 48 bis 9. 1.	7. 16.	8. 13.	2. 21.	
Jun. 4. 8. 30.	7. 26.	8. 18.	2. 29.	
Jun. 12. 4. 53.		8. 19.		1. 42.
Jun. 15. 8. 2 bis 8. 9.	7. 26.	8. 19.	2. 34.	1. 41. (1. 32 bis 1. 46.)
Jun. 4. 5 35		8. 23.		2. 3.
Jun. 6 8 3 bis 8 23.	7. 27.	8. 24.	2. 48.	
Jun. 6 2 2	7. 23.	8. 24.	2. 43.	
Jun. 5 4.	7. 22.	8. 24.		1. 51.
Mai 26. 8. 0.	7. 30.		2. 44.	
Jun. 12. 7. 51.	7. 33.	8. 29.	2. 47.	
Jun. 13 5 33.		8. 29.		2. 5.
Jun. 6. 8. 0.	7. 33.	8. 30.	2. 51. (2. 45 bis 2. 57.)	
Jun. 9. 2. 36.	7. 29.	8. 30.	2. 40.	
Jun. 4. 7. 35. bis 8. 3.	7. 30. (7. 23 bis 7. 34.)	8. 31. (8. 24 bis 8. 35.)	2. 42.	
Jun 5 7 25 bis 7 38	7. 39.	8. 32.	2. 55.	2. 1.
Jun. 6 5 26. bis 5 49.	7. 37.	8. 32.	3. 10.	2. 23.
Jun. 8 0. 55.	7. 35.	8. 33.	2. 49.	
Jun. 14. 5. 48 bis 5. 58.		8. 33.		2. 11.
Jun. 3. 5. 46 bis 6. 3.	7. 36.	8. 34.		2. 12. (2. 6 bis 2. 18.)

Zeit der Beobachtung.		Höhe über dem scheinbaren Horizonte. VI.	VII.	VIII.	IX.
Jun. 25.	6. 27 bis 6. 33.	7'. 38".	8'. 34".	' "	2'. 16".
Jun. 12.	7. 42.	7. 37.	8. 35.	3. 2.	
Jun. 1.	4. 54.	7. 36.		3. 12.	2. 22.
Jun. 1.	11. 10 bis 11. 25.	7. 37.		2. 58.	
Jun. 1.	11. 40 bis 11. 52.	7. 37.		3. 10.	2. 13.
Jun. 25.	5. 48 bis 6. 0.		8. 36.		2. 25.
Jun. 12.	8. 0.		8. 37.	3. 0.	
Jun. 4.	4. 33 bis 4. 46.	7. 36.	8. 39. (8. 33 bis 8. 45.)	2. 55.	2. 9.
Jun. 6.	4. 23. bis 4. 35.	7. 41.	8. 39.	3. 1.	
Jun. 13.	5. 47. bis 6. 1.		8. 39.		2. 23.
Mai 26.	9. 0 bis 9. 20.	7. 38.		3. 18. (3. 10 bis 3. 23.)	
Mai 26.	9. 41 bis 9. 55.	7. 39.		3. 13.	
Jun. 5.	7. 2.	7. 38.	8. 40.	3. 6.	2. 21.
Jun. 6.	2. 14.	7. 32.	8. 40.	2. 56.	
Jun. 6.	2. 25 bis 2. 41.	7. 44.	8. 40.	3. 9.	2. 23.
Jun. 26.	5. 18.	7. 50.	8. 40.	3. 16.	2. 32.
Jun. 3.	6. 18.	7. 48.	8. 41.		2. 28.
Jun. 1.	5. 15. bis 5. 37.	7. 46.			2. 35. (2. 25 bis 2. 45.)
Jun. 5.	7. 40 bis 8. 7.	7. 45.	8. 42.	3. 13.	2. 28.
Jun. 2.	9. 0 bis 9. 12.	7. 52.	8. 43.	3. 19.	2. 22.
Jun. 2.	9. 28.		8. 43.	3. 13.	
Jun. 4.	5. 32.	7. 45.	8. 43.	3. 11.	2. 27.
Jun. 12.	8. 8 bis 8. 16.		8. 43.	3. 8.	
Jun. 14.	6. 21 bis 6. 29.		8. 45.		2. 36.
Jun. 6.	4. 9.	7. 51.	8. 46.	3. 20.	2. 31.
Jun. 11.	4. 25 bis 4. 41.	7. 50.	8. 46.	3. 19.	2. 25.
Jun. 11.	4. 52.		8 46.		2. 40.
Jun. 2.	1. 34.	7. 55.	8. 47.	3. 26.	2. 32.
Jun. 5.	7. 13 bis 7. 25.	7. 53.	8. 47.	3. 22.	2. 40.
Mai 26.	8. 22 bis 8. 40.	7. 52.		3. 21.	
Mai 31.	4. 50 bis 5. 11.	7. 55.		3. 26. (3. 17 bis 3. 33.)	
Jun. 2.	2. 11.	7. 52.	8. 48.	3. 25.	2. 32.

Zeit der Beobachtung.		Höhe über dem scheinbaren Horizonte. VI.	VII.	VIII.	IX.
Jun. 4.	5h. 46'	7'. 50''.	8'. 48''.	3'. 22''.	2'. 34''.
Jun. 2.	6. 13.	7. 48.	8. 49.	3. 22.	2. 37.
Mai 31.	1. 15.	7. 57.		3. 33.	
Jun. 13.	6. 20 bis 6. 32.		8. 50.		2. 42.
Jul. 2.	6. 23.	7. 53.	8. 50.	3. 29.	2. 45.
Jun. 2.	6. 5 bis 6. 22.	7. 55.	8. 51.	3. 29.	2. 44.
Jun. 2.	1. 55.	8. 0.	8. 52.	3. 30.	2. 40.
Jun. 3.	7. 2. bis 7. 14.	7. 59.	8. 52.		2. 51.
Jun. 4.	5. 0.	7. 44.	8 52.	3. 15.	2. 27.
Jun. 16.	5. 50.	7. 58.	8. 52.	3. 20.	2. 34.
Jun. 25.	6. 20.		8. 53.		2. 47.
Jun. 11.	6. 35 bis 6. 53.	7. 58.	8. 55.	3. 31.	2. 46.
Jun. 14.	6. 35 bis 6. 44.		8. 55.		2. 45.
Jun. 4.	5. 20.	7. 55.	8. 56.	3. 31.	2. 47.
Jun. 16.	5. 57 bis 6. 9.	8. 1.	8. 56.	3. 32.	2. 46.
Jun. 6.	4. 45 bis 4. 55.		8. 57.	3. 27.	
Jun. 4.	5. 58.	8. 2.	8. 59.	3. 41.	2. 48.
Jul. 2.	6. 49 bis 6. 57.	8. 4.	8. 59.		3. 4.
Jun. 6.	4. 59.	8. 6.	9. 0.	3. 40.	2. 56.
Jun. 14.	6. 52 bis 7. 0.		9. 0.		3. 4.
Jun. 13.	6. 45.		9. 1.		2. 55.
Mai 26.	6. 0 bis 6. 10.	8. 7.		3. 47. (3. 40 bis 3. 54.)	
Jun. 9.	6. 6.		9. 3.		2. 55.
Jun. 6.	5. 11 bis 5. 23.	8. 8.	9. 4.	3. 47.	
Jun. 9.	7. 6 bis 7. 17.	8. 12.	9. 5.		3. 9.
Jun. 12.	7. 20.	8. 7.	9. 5.		3. 2.
Jun. 5.	4. 37 bis 5. 1.	8. 7.	9. 5.	3. 46.	3. 2.
Jun. 4.	6. 20 bis 6. 32.	8. 11.	9. 7.	3. 45.	3. 2.
Jun. 6.	6. 3 bis 6. 30.	8. 13.	9. 8.	3. 50.	
Jun. 9.	6. 18 bis 6. 28.	8. 10.	9. 8.	3. 57.	3. 5.
Jun. 12.	7. 30 bis 7. 44.		9. 8.		3. 13.
Jun. 13.	7. 5.		9. 8.		3. 9.
Jun. 12.	7. 53 bis 8. 1.		9. 10.		3. 16.
Jun. 8.	7. 14.	8. 17.	8. 11.		3. 8.

Zeit der Beobachtung.		Höhen über dem scheinbaren Horizonte.			
		VI.	VII.	VIII.	IX.
Jun. 12.	8. 21.	′ ″	9′. 11″.		3′. 20″
Jun. 13.	7. 13.		9. 11.		3. 16.
Mai 31.	6. 12 bis 6. 35	8. 15.		4. 7.	
Jun. 14.	7. 13.		9. 11.		3. 14.
Jun. 4.	7. 20 bis 7. 34.	8. 16.	9. 14.	4. 0.	3. 15.
Jun. 12.	8. 10.		9. 15.		3. 28.
Jun. 25.	7. 10 bis 7. 17.		9. 15.		3. 24.
Jun. 8.	7. 30.	8. 21.	9. 17.		3. 23.
Jun. 4.	7. 46.	8. 25.	9. 19.	4. 7.	3. 18.
Jun. 13.	7. 21.		9. 20.		3. 24.
Jun. 14.	7. 19 bis 7. 27.		9. 20.		3. 28.
Mai 26.	6. 42 bis 7. 8.	8. 26. (8. 21 bis 8. 32.)		4. 13.	
Jun. 8.	7. 38. bis 7. 53.	8. 26.	9. 23.		3. 33.
Jun. 8.	8. 2.	8. 31.	9. 27.		3. 34.
Mai 26.	7. 20 bis 7. 35.	8. 34.		4. 31.	
Jun. 13.	7. 32 bis 7. 40.		9. 31.		3. 44.
Jun. 14.	7. 33.		9. 33.		3. 47. *
Jun. 13.	7. 49.		9. 36.		3. 49.
Jun. 25.	7. 27.		9. 38.		3. 55. *
Jun. 14.	7. 40.		9. 52.		4. 7. *
Jun. 25.	8. 8 bis 8. 13.		9. 54.		4. 9.
Jun. 25.	7. 35.		9. 59.		4. 25. *
Jun. 14.	7. 50.		10. 10.		4. 32. *
Jun. 25.	7. 46.		10. 10.		4. 42. *
Jun. 25.	7. 40.		10. 16.		4. 51. *
Jun. 14.	7. 56.		10. 17.		4. 45. *
Jun. 14.	8. 11.		10. 17.		5. 0. *
Jun. 25.	8. 0.		10. 22.		4. 44. *
Jun. 25.	7. 53.		10. 31.		5. 13.
Jun. 14.	8. 4.		10. 39.		5. 16.

Zeit der Beobachtung	
Jun. 4.	5^h 46′
Jun. 2.	6. 13.
Mai 3.	1. [illegible]
Jun. 13.	6. [illegible]
Jul. 2.	6. [illegible]
Jun. 2.	6. [illegible]
Jun. 2.	[illegible]
Jun. 3.	[illegible]
Jun. 4.	[illegible]
Jun. 16.	[illegible]
Jun. 25.	[illegible]
Jun. 11.	[illegible]
Jun. 14.	[illegible]
Jun. 4.	[illegible]
Jun. 1[illegible]	[illegible]
Jun. [illegible]	[illegible]
Jun. [illegible]	[illegible]
Jul. [illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
M[illegible]	[illegible]

[illegible] einander, so
[illegible] übereinstimmen.
[illegible] da auch die auf
[illegible] jede besonders



[illegible] aus je 4 und 4 in der Tabelle
[illegible] möglich so gewählt, daß die

Auf ähnliche Weise ergibt sich folgende Tabelle für die Gegenstände VI, VIII, IX.

Correspondirende scheinbare Höhen.

VI.	VIII.	IX.
7'. 10."	2'. 12"	1'. 20".
7. 20.	2. 28.	1. 37.
7. 30.	2. 46.	1. 56.
7. 40.	3. 4.	2. 15.
7. 50.	3. 20.	2. 32.
8. 0.	3. 35.	2. 48.
8. 10.	3. 50.	3. 4.
8. 20.	4. 5.	3. 20.
8. 30.		3. 35.

Diese Reihen stimmen zwar, wenn man sie gegen einander hält, nicht ganz genau überein, woran wol besonders die Vergleichung zwischen VII und VIII, welche nur auf wenigen Beobachtungen beruht, Schuld ist; aber das Hauptresultat ist wenigstens deutlich genug zu erkennen. Man sieht nämlich, daß die scheinbare Höhe der niedrigen Gegenstände viel stärker wächst als die der höhern, und daß bei gleichem Wachsthum der Höhe des einen die Höhe des andern ungleich zunimt. Hieraus läßt sich nun ferner bestimmen, wie die scheinbare Größe eines Gegenstandes, wenn man dieselbe blos nach verticaler Richtung mißt, abnimt, während seine Höhe über dem scheinbaren Horizonte wächst; aber um die scheinbare Größe richtig zu beurtheilen, muß man bei dem Unterschiede der Höhen noch eine Correction anbringen.

33.

Hätte nämlich bei jeder auf zwei Gegenstände z. B. VII und IX gleichzeichtig gerichteten Beobachtung, das Auge sich bei beiden Beobachtungen in einerlei Puncte befunden, so würde die Differenz der Höhen selbst genau die scheinbare Größe angeben; aber dieses ist nicht mehr in völliger Schärfe wahr, wenn bei den beiden Beobachtungen das Auge sich (Fig. 4.) in verschiedenen Puncten b, a befand. In der Figur mögen f und e die beiden beobachteten Gegenstände sein, d und c die Spitzen der Signale, worüber visirt wird, a und b die Puncte, wo sich bei der Beobachtung das Auge befindet, so ist die Differenz der Höhen = dem Winkel fge, die scheinbare Größe des Gegenstandes von a oder b aus gesehen = fbe, und es muß also dieser Winkel aus jenem bestimmt werden. Bei den Beobachtungen war nun, wenn f den Gegenstand VII, e aber IX bedeutet, cd = 23 Zoll, ab = + 4 Zoll, wenn die

H

32.

[illegible] , wo [illegible]
VII [illegible] VIII [illegible] VII und IX
[illegible] *)

VII.		VIII.		I[illegible]
[illegible]'	[illegible]''.	2'.	4''.	[illegible]
[illegible].	10.	2.	19.	
[illegible].	20.	2.	35.	
[illegible].	30.	2.	51.	
[illegible].	40.	3.	7.	
8.	50.	3.	23.	
9.	0.	3.	3[illegible].	
9.	10.	3.	[illegible]	
9.	20.	4.		
9.	30.			
9.	40.			
9.	50.			
10.	0.			
10.	10.			
10.	20.			

+ 3.

— 13.

folgende.

. VII u. IX.	
[illegible]ge	[illegible]de
[illegible]' 50''	6' 46''
[illegible]' 30''	6' 2[illegible]''
[illegible]' 10''	6' 8''
5' 50''	5' 50''
5' 30''	5' 31''

[illegible] VI. über die Gegenstände [illegible] Boden des erstern.

[illegible]	[illegible] Vorragung Gegenstandes VI. über IX.	
[illegible]	5'	50''
[illegible]	5.	43.
[illegible]	5.	35.
[illegible]	5.	26.
[illegible]	5.	19.
[illegible]	5.	14.
[illegible]	5.	8.
	5.	3.

*) Um diese [illegible] auf einan[illegible] Abweich[illegible]

Gegenstandes VII über die Gegenstände VIII
…mten Höhen des erstern.

	Vorragung des Gegen: VII über IX.
	45″.
	38.
	31.
	6. 22.
	6. 15.
	6. 8.
	6. 2.
15.	5. 57.
11.	5. 53.
	5. 49.
	5. 45.
	5. 41.
	5. 37.
	5. 33.
20.	5. 29.

34.

… alle Vergleichungen anzustellen, zu welchen die Beobachtungen Veranlas… ich hier noch die scheinbaren Höhen-Unterschiede von VII und VI und von … hersetzen, so wie sie sich ergeben, wenn man in der Reihe der Beobachtungen … auf einander folgenden Zeilen das Mittel nimmt.

Scheinbare Höhe von VII.	Differenzen der scheinb. Höhen von VII. und VI.
8′. 7″.	55″
8. 25.	57.
8. 34.	58.
8. 41.	57.
8. 47.	56.
8. 52.	57.
9. 2.	[illegible]6.
9. 13.	56.

Scheinbare Höhe von IX.	Differenzen der scheinb. Höhen von VIII und IX.
1′. 33″.	54″.
2. 21.	49.
2. 32.	48.
2. 41.	46.
3. 4.	47.

Dieses sind die Höhen-Differenzen uncorrigirt, wollte man die scheinbare Vorragung des Gegenstandes VII und VI, so wie sie von a aus (Fig. 4.) erscheint, haben, so müßte man von dieser Höhen-Differenz immer 3 Sec. abziehn; bei der Differenz von VIII und IX ist die Correction fast völlig = 0.

Aus dieser lezten Vergleichung erhellt nun, wenn man auch bei diesen Mittelzahlen nicht für eine Secunde bürgen kann, daß die scheinbare Größe eines höher liegenden Gegenstandes sich um sehr viel weniger ändert, als die eines niedrigen, denn die scheinbare Vorragung von VII über VI nimt nur höchstens von 58'' auf 56'' ab, während die Höhen-Differenz VIII — IX sich von 52'' bis 46'' ändert. Wenn man also auf einem entfernten Gegenstande ein in der Ferne sichtbares Merkmal in der Mitte seiner Höhe anbrächte, so würde nicht zu jeder Zeit die obere und untere Hälfte gleich groß erscheinen; und hierauf muß man Rücksicht nehmen, wenn man die Variationen der Höhe eines Gegenstandes bestimmen will, dessen Höhe zwischen denen der beobachteten Gegenstände in der Mitte liegt.

35.

Ich habe schon erwähnt, daß bei immer gleichem Wachsthum die Höhe des höhern Gegenstandes der niedrigere sich nicht gleichförmig erhebt, und es ist merkwürdig, daß bei einem gewissen mittlern Zustande der Refraction das verhältnißmäßige Wachsen der Höhe des niedrigen Gegenstandes ein Maximum erreicht, oder die Abnahme der scheinbaren Größe am schnellsten fortgeht. Dieses findet ohngefähr statt, wenn die Höhe von VII = 8' 30'', oder die Höhe von VI etwas über 7' 30'' ist, und dieses ist grade diejenige Höhe, welche, wie aus §. 30 erhellt, statt findet, wenn bei einer in der Höhe etwas abnehmenden Wärme die Dichtigkeit der Luft in diesen untern Schichten überall gleich ist. Um diese Zeit erscheint, weil der Lichtstral ungekrümt zum Auge kömt, jeder Gegenstand so groß, als er nach seiner Entfernung und wahren Größe eigentlich erscheinen sollte, und die schnellste Aenderung der scheinbaren Größe trift also hiemit zusammen.

36.

Auch die Beobachtungen vom Jahre 1805 bieten uns eine Vergleichung des gleichzeitigen Wachsthums der Höhe der Gegenstände VI und IX dar. Die folgende Tabelle enthält diese Beobachtungen, und wird keiner weitern vorläufigen Erläuterungen bedürfen.

Beobachtungen vom Jahre 1805.

Zeit der Beobachtung.	Scheinbare Höhen des Gegenstandes VI.	Scheinbare Höhen des Gegenstandes IX.
März 25. 11h 30′ bis 12. 5.	6′. 50″. (6. 40 bis 7. 0.)	1′ 13″ (1. 1 bis 1. 28.)
April 4. 11. 52.	6. 54.	1. 8.
März 26. 10. 6.	7. 1.	1. 21.
April 4. 11. 36.	7. 4.	1. 22.
März 30. 11. 39 bis 12. 1.	7. 10. (6. 51 bis 7. 28.)	1. 29. (1. 9 bis 1. 47.)
März 25. 8. 35 bis 9. 10.	7. 15.	1. 52. (1. 34 bis 2. 3.)
März 24. 2. 25 bis 3. 12.	7. 16. (7. 7 bis 7. 28.)	1. 47. (1. 30 bis 2. 1.)
März 30. 4. 14.	7. 16.	1. 39.
April 10. 2. 18.	7. 20.	1. 45.
März 27. 2. 7 bis 2. 23.	7. 21.	1. 45.
März 25. 8. 13.	7. 25.	2. 9.
März 30. 3. 56.	7. 26.	1. 52.
März 19. 12. 2 bis 12. 14.	7. 27.	2. 4.
März 27. 9. 35 bis 9. 56.	7. 28.	1. 59. (1. 51 bis 2. 6.)
März 30. 8. 53 bis 9. 23.	7. 30.	2. 3.
April 5. 4. 28 bis 4. 37.	7. 39.	2. 14.
März 19. 6. 54 bis 7. 17.	7. 40.	2. 38.
April 4. 8. 6 bis 8. 13.	7. 42.	2. 33. (2. 28 bis 2. 40.)
April 5. 5. 31 bis 5. 43.	7. 43.	2. 29.
März 27. 4. 52 bis 5. 6.	7. 47.	2. 27.
März 19. 4. 41 bis 4. 54.	7. 48.	2. 41.
März 19. 6. 45 bis 6. 50.	7. 50.	2. 49.
März 30. 5. 19 bis 5. 51.	7. 51.	2. 39. (2. 32 bis 2. 44.)
März 19. 5. 7 bis 5. 25.	7. 52.	2. 49.
März 29. 5. 48.	7. 56.	2. 54.

Zeit der Beobachtung.	Scheinbare Höhen des Gegenstandes VI.	Scheinbare Höhen des Gegenstandes IX.
März 21. 6h. 28'. bis 6. 35.	7' 58"	3' 3"
März 30. 6. 9.	8. 0.	2. 47.
April 4. 4. 33 bis 4. 49.	8. 0.	3. 2.
März 19. 5. 38 bis 5. 45.	8. 1.	2. 59.
März 24. 5. 14.	8. 3.	3. 6.
April 1. 5. 32.	8. 3.	3. 10.
April 7. 5. 30 bis 5. 41.	8. 3.	3. 57.
März 19. 6. 30 bis 6. 37.	8. 4.	3. 6.
März 29. 6. 4 bis 6. 25.	8. 6.	3. 7.
März 21. 5. 59 bis 6. 13.	8. 7.	3. 14.
April 5. 6. 14.	8. 7.	3. 16.
April 1. 5. 48.	8. 10.	3. 19.
März 20. 6. 37 bis 6. 39.	8. 13.	3. 27.
April 1. 6. 5 bis 6. 15.	8. 17.	3. 30.
März 24. 5. 37 bis 5. 28.	8. 18.	3. 24. (3. 16 bis 3. 32.)
April 7. 5. 57 bis 6. 14.	8. 18.	3. 20. (3. 11 bis 3. 27.)
April 5. 6. 20 bis 6. 49.	8. 19. (8. 14 bis 8. 28.)	3. 31.
März 19. 6 20 bis 6. 22.	8. 22.	3. 26.
April 1. 6. 25 bis 6. 45.	8. 23.	3. 39.
März 20. 6. 18 bis 6. 35.	8. 26.	3. 37.
März 24. 5. 53.	8. 30.	3. 50.
April 7. 6. 27 bis 6. 56.	8. 31. (8. 23 bis 8. 36.)	3. 42. (3. 34 bis 3. 48.)
März 20. 6. 12.	8. 34.	3. 41.
März 24. 6. 2.	8. 41.	4. 2.
März 24. 6. 4 bis 6. 9.	8. 50.	4. 4.
März 20. 5. 44 bis 5. 47.	9. 10.	4. 37. (4. 29 bis 4. 42.)
März 20. 6. 5 bis 6. 11.	9. 21.	4. 44.
April 10. 6. 43.	9. 27.	4. 54.
März 20. 6. 15.	9. 29.	4. 56.
März 20. 6. 20.	9. 42.	5. 12.

Zeit der Beobachtung.	Scheinbare Höhe des Gegenstandes VI.	des Gegenstandes IX.
April 10. 6. 45 bis 6. 50.	9. 46.	5. 18.
März 20. 6. 25 bis 6. 30.	9. 55.	5. 28.
April 10. 6. 53.	10. 6.	5. 48.
April 10. 6. 55 bis 7. 1.	10. 14.	5. 57.
April 10. 7. 5 bis 7. 12.	10. 25.	6. 10.

37.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich folgende reguläre Reihe

Correspondirender scheinbarer Höhen VI.		IX.	
7′.	0″.	1′	19″.
7.	10.	1.	34.
7.	20.	1.	50.
7.	30.	2.	7.
7.	40.	2.	26.
7.	50.	2.	43.
8.	0.	2.	59.
8.	10.	3.	15.
8.	20.	3.	30.
8.	30.	3.	44.
8.	40.	3.	58.
8.	50.	4.	11.
9.	0.	4.	23.
9.	10.	4.	35.
9.	20.	4.	47.
9.	30.	4.	59.
9.	40.	5.	10.
9.	50.	5.	22.
10.	0.	5.	33.

Die vorhin erwähnte Correction kömt auch hier vor, und da bei diesen Beobachtungen (Fig. 4.) cd = 25 Zoll war, ab aber von — $2\frac{3}{4}$ Z. bis — $7\frac{1}{2}$ Zoll zunahm, so gehören folgende Werthe von fge und fbe zusammen:

fge.		fbe	
5′.	40″.	5′.	43″.
5.	20.	5.	24.
5.	0.	5.	5.
4.	40.	4.	46.

Scheinbare Vorragung des Gegenstandes VI. über IX. bei bestimmten Höhen des erstern.

Scheinb. Höhe von VI.		Scheinb. Vorragung von IV über IX.	
7′.	0″.	5′.	41″.
7.	10.	5.	39.
7.	20.	5.	33.
7.	30.	5.	26.
7.	40.	5.	18.
7.	50.	5.	11.
8.	[illegible]	5.	6.
8.	10.	5.	0.
8.	20.	4.	55.
8.	30.	4.	51.
8.	40.	4.	48.
8.	50.	4.	45.
9.	0.	4.	43.
9.	20.	4.	39.
9.	40.	4.	36.
10.	0.	4.	33.

Diese Tabelle zeigt, daß die vorigen Beobachtungen mit diesen nicht ganz genau übereinstimmen, denn in §. 33. ward bei eben den Höhen von IV die scheinbare Vorragung immer 8 bis 11 Sec. größer gefunden, als hier. An dieser Ungleichheit, ist aller Wahrscheinlichkeit nach ein Fehler im Nivellement Schuld, denn da die Höhen der nach VI und XI gerichteten Signale, jede besonders bestimt wurde, so konte die Differenz bei etwas fehlerhafter Bestimmung leicht das einemal um so viel anders ausfallen, als das anderemal, daß dadurch jene Ungleichheit entstand. Woher es aber rührt, daß diese Verschiedenheit von 11 Sec. bis 8 Sec. abnimt, indem die Höhe wächst, weiß ich nicht zu erklären: — indeß kann dieses von kleinen Beobachtungs-Fehlern herrühren, nach denen die Reihe modificirt worden ist. Dieser kleinen Verschiedenheit ungeachtet ist aber doch das Hauptresultat der Beobachtungen ganz einerlei mit

dem vorhin gefundnen, und auch hier nimt bei gleichförmigem Wachsen der Höhe von VI die scheinbare Vorragung dann am schnellsten ab, wenn die Höhe von VI = 7′ 36″ ist, also bei demjenigen Zustande der Luft, da der Lichtstral ungebrochen fortgeht. Und eben dieses Resultat werden wir auch bei der folgenden Reihe von Beobachtungen bestätigt finden.

Man kann diese Resultate auch durch eine Construction darstellen, wenn man Abscissen den Höhen des höhern Gegenstandes und Ordinaten der zugehörigen scheinbaren Vorragung proportional nimt, und durch die Endpuncte dieser Ordinaten eine Curve zieht. Diese Curve erhält einen Wendungspunct in der Gegend, welche der scheinbaren Höhe 7′ 36″ für den Gegenstand VI angehört, und zeigt so dem Auge in einem sinnlichen Bilde eben das, was vorhin die Zahlenreihe ergab.

35.

Vergleichung der Beobachtungen, welche auf die Gegenstände IV und V. gerichtet waren.

Die folgende Tabelle stellt diese Beobachtung in einer ähnlichen Ordnung, wie ich sie vorhin beobachtet habe, dar; die Differenz der Höhen ist so angegeben, wie sie unmittelbar aus der Beobachtung folgt, und von der Correction werde ich erst in der Folge reden.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen des Gegenstandes IV.	des Gegenstandes V.	Differenz der Höhen von IV u. V.
Jun. 11.	11h. 28′ bis 11. 48.	8′. 42″.	0′ 26″ (0. 9 bis 0. 39.)	8′ 16″
Jun. 3.	8. 0. bis 8. 10.	8. 43.	0. 36.	8. 7.
Jun. 13.	7. 53 bis 8. 2.	8. 46.	0. 28.	8. 18.
Jun. 25.	2. 50.	8. 46.	0. 22.	8. 24.
Jun. 4.	8. 30 bis 9. 1.	8. 47.	0. 39.	8. 8.
Jun. 4.	1. 55.	8. 50.	0. 27.	8. 23.
Jun. 7.	8. 2 bis 8. 14.	8. 50.	0. 46.	8. 4.
Jun. 6.	2. 2.	8. 56.	0. 50.	8. 6.
Jun. 16.	11. 32.	8. 56.	0. 41.	8. 15.
Jun. 15.	8. 2 bis 8. 9.	8. 57.	0. 45.	8. 12.
Jun. 4.	7. 35 bis 8. 3.	8. 59. (8. 47 bis 9. 9.)	1. 2.	7. 57.
Jun. 1.	11. 10 bis 11. 52,	9. 2. (8. 54 bis 9. 9.)	1. 7. (0. 29 bis 1. 22.)	7. 55.
Jun. 1.	8. 24.	9. 3.	1. 17.	7. 46.

Zeit der Beobachtung, 1804.		Scheinbare Höhen des Gegenstandes IV.	des Gegenstandes V.	Differenz der Höhen von IV u. V.
Jun. 14.	5. 35.	9' 3''	1' 14''	7' 49''
Jun. 26.	5. 49.	9. 4.	1. 19.	7. 45.
Jun. 15.	7. 25 bis 7. 38.	9. 5.	1. 7.	7. 58.
Jun. 4.	4. 33 bis 4. 46.	9. 7.	1. 27.	7. 40.
Jun. 6.	8. 0 bis 8. 23.	9. 7.	1. 8. (1. 4 bis 1. 16.)	7. 59.
Jun. 6.	2. 14.	9. 7.	1. 15.	7. 52.
Jun. 5.	7. 2.	9. 8.	1. 24.	7. 44.
Jun. 1.	4. 54 bis 5. 15.	9. 9.	1. 31.	7. 38.
Jun. 5.	8. 7.	9. 9.	1. 29.	7. 40.
Jun. 6.	2. 25 bis 2. 41.	9. 9.	1. 26.	7. 43.
Jun. 13.	5. 33 bis 5. 47.	9. 9.	1. 28.	7. 41.
Jun. 14.	5. 48 bis 5. 58.	9. 12.	1. 22.	7. 50.
Jun. 25.	6. 27 bis 6. 33.	9. 12.	1. 18.	7. 54.
Jun. 26.	5. 18 bis 5. 32.	9. 12.	1. 23.	7. 49.
Jun. 6.	4. 9 bis 4. 23.	9. 13.	1. 27.	7. 46.
Jun. 12.	7. 42 bis 8. 14.	9. 13. (9. 6 bis 9. 20.)	1. 22. (1. 11 bis 1. 30.)	7. 51.
Jun. 25.	5. 48 bis 6. 0.	9. 14.	1. 23.	7. 51.
Jun. 2.	8. 45 bis 9. 12.	9. 15.	1. 31.	7. 44.
Jun. 13.	6. 1.	9. 15.	1. 37.	7. 38.
Jul. 2.	6. 13 bis 6. 23.	9. 16.	1. 43.	7. 33.
Jun. 16.	5. 50.	9. 18.	1. 38.	7. 40.
Jun. 11.	4. 25 bis 4. 52.	9. 20.	1. 29.	7. 51.
Jun. 13.	6. 20 bis 6. 32.	9. 22.	1. 52.	7. 30.
Jun. 14.	6. 21 bis 6. 35.	9. 22.	1. 43.	7. 39.
Jun. 4.	5. 0 bis 5. 20.	9. 23.	1. 46. (1. 39 bis 1. 51.)	7. 37.
Jun. 4.	5. 32 bis 5. 58.	9. 23.	1. 37. (1. 31 bis 1. 47.)	7. 46.
Jun. 5.	7. 13 bis 7. 40.	9. 23.	1. 37. (1. 29 bis 1. 46.)	7. 46.
Jun. 2.	6. 5 bis 6. 22.	9. 24.	1. 48.	7. 36.
Jun. 6.	4. 55.	9. 24.	1. 50.	7. 34.
Jun. 11.	6. 35 bis 6. 53.	9. 24.	1. 45.	7. 39.
Jun. 16.	5. 57 bis 6. 9.	9. 24.	1. 51.	7. 33.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen des Gegenstandes IV.	Scheinbare Höhen des Gegenstandes V.	Differenz der Höhen von IV u. V.
Jun. 25.	6. 20.	9' 25''.	1' 47''.	7' 38''.
Jun. 9.	6. 6.	9. 26.	1. 49.	7. 37.
Jun. 2.	1. 34 bis 2. 11.	9. 27.	1. 43.	7. 44.
Jun. 13.	6. 45.	9. 29.	2. 0.	7. 29.
Jun. 14.	6. 44 bis 7. 0.	9. 31.	1. 58. (1. 52 bis 2. 6.)	7. 32.
Jul. 2.	6. 49 bis 6. 57.	9. 32.	1. 58.	7. 34.
Jun. 6.	4. 59 bis 5. 23.	9. 32.	2. 0.	7. 32.
Jun. 9.	6. 18 bis 6. 28.	9. 33.	2. 10.	7. 23.
Jun. 12.	7. 20 bis 7. 44.	9. 33.	2. 2.	7. 31.
Jun. 5.	4. 37 bis 5. 1.	9. 34.	2. 0.	7. 34.
Jun. 4.	6. 20 bis 6. 32.	9. 35.	1. 57.	7. 38.
Jun. 6.	6. 3 bis 6. 30.	9. 36.	2. 2.	7. 34.
Jun. 9.	7. 6 bis 7. 17.	9. 36.	2. 2.	7. 34.
Jun. 4.	7. 20 bis 7. 46.	9. 40.	2. 8.	7. 32.
Jun. 12.	7. 53 bis 8. 21.	9. 40.	2. 10.	7. 30.
Jun. 13.	7. 5 bis 7. 13.	9. 40.	2. 16.	7. 24.
Jun. 25.	7. 10 bis 7. 17.	9. 40.	2. 8.	7. 32.
Jun. 14.	7. 13 bis 7. 19.	9. 45.	2. 11.	7. 34.
Jun. 13.	7. 21 bis 7. 32.	9. 49.	2. 31.	7. 18.
Jun. 14.	7. 27.	9. 51.	2. 23.	7. 28.
Jun. 25.	7. 27.	9. 55.	2. 43.	7. 12.
Jun. 14.	7. 33.	10. 0.	2. 34.	7. 26.
Jun. 13.	7. 40 bis 7. 49.	10. 2.	2. 45.	7. 17.
Jun. 14.	7. 40.	10. 17.	2. 47.	7. 30.
Jun. 25.	7. 35 bis 7. 46.	10. 26.	3. 7. (3. 0 bis 3. 12.)	7. 19.
Jun. 25.	8. 0 bis 8. 13. *)	10. 29. (10.22 bis 10.41)	2. 51. (2. 45 bis 2. 59.)	7. 38.
Jun. 14.	7. 50 bis 7. 56.	10. 36.	3. 14. (3. 6 bis 3. 22.)	7. 22.
Jun. 14.	8. 4 bis 8. 11.	10. 51. (10.43 bis 10.59)	3. 28. (3. 19 bis 3. 37.)	7. 23.
Jun. 25.	7. 53.	10. 56.	3. 49.	7. 7.

*) Diese Beobachtung ist zu Bestimmung einer regulären Reihe unbrauchbar, da die scheinbare Höhe der Gegenstände sehr schnell und ungleich abnahm.

Die Differenzen der Höhen erfordern nun noch die Correction, wovon ich im §. 33. geredet habe. Wenn (Fig. 4.) f den Gegenstand IV, e aber V bedeutet, so war hier c d = 16 Zoll, und b a änderte sich von 17 bis 13 Zoll, indem die scheinbare Höhe beider Gegenstände zunahm. Hieraus ergibt sich folgende Verbesserung.

Differenz der Höhen od. fge.		Scheinb. Größe oder fbe.	
8'	15"	7'	48"
8.	0.	7.	35.
7.	45.	7.	22.
7.	30.	7.	9.
7.	15.	6.	56.

36.

Wenn man diese Correctionen bei den angeführten Beobachtungen anbringt, so findet man folgende Reihe, als diejenige, welche die Beobachtungen am besten darstellt.

Scheinbare Vorragung des Gegenstandes IV über V bei bestimmten Höhen des erstern.

Scheinbare Höhe des Gegenstandes IV.		Scheinbare Größe des zwischen den Gegenst. IV u. V. enthaltnen Raums.	
8'.	50".	7'	44".
9.	0.	7.	36.
9.	5.	7.	29.
9.	10.	7.	24.
9.	20.	7.	18.
9.	30.	7.	13.
9.	40.	7.	9.
9.	50.	7.	6.
10.	0.	7.	3.
10.	10.	7.	1.

Diese Tabelle zeigt das äußerst ungleichförmige Abnehmen der scheinbaren Größe: — bei der Höhe = 9' 0" des höhern Gegenstandes nimt die Höhe des niedrigern mehr als doppelt so schnell zu, wie jene; bei sehr starker Erhebung hingegen wachsen beide fast gleich schnell. Die Curve, welche man erhält, wenn man die Zahlen der ersten Columne als Abscissen, die

der zweiten als Ordinaten betrachtet, hat einen Wendungspunct ohngefähr an der Stelle, welche mit der scheinbaren Höhe = 9′ 5″ des Gegenstandes IV zusammen gehört, und wenn man die Beobachtungen vergleicht, sieht man, daß diese scheinbare Höhe fast genau dann statt fand, wenn für den Gegenstand VII die Höhe = 8′ 30″ war. Die Lage dieses Wendungspuncts stimt also so genau, als man bei Beobachtungen, die nicht ganz frei von Fehlern sind, nur irgend verlangen kann, mit der bei der vorigen Beobachtungsreihe gefundenen überein.

37.

Vergleichung der Beobachtungen, deren Gegenstände mit I und II. bezeichnet sind.

Da diese Gegenstände so nahe waren, so konnte der Unterschied der scheinbaren Höhe keinen großen Veränderungen unterworfen sein; indeß ist doch einige Abnahme der scheinbaren Größe bei zunehmender Erhebung bemerkbar. Um aber bei diesen weniger merkwürdigen Beobachtungen nicht zu lange zu verweilen, will ich hier nicht die einzelnen Beobachtungen anführen, sondern nur eine Tabelle von Mittelzahlen aus mehrern hersetzen, diese Tabelle bedarf keiner weitern Erklärung, außer, daß in der lezten Columne sogleich die corrigirte scheinbare Größe des zwischen den beiden beobachteten Puncten liegenden Raums hinzugefügt ist.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhe des Gegenstandes I.	Differenz der Höhen von I. u. II. oder fge.	Scheinbare Größe oder Winkel fbe.
Jun. 3.	8h. 0′ bis 8. 10.	1′ 27″	3′ 30″	3′ 15″
Jun. 13.	7. 53 bis 8. 2.			
Jun. 16.	11. 32.			
Jun. 25.	2. 50.			
Jun. 4.	8. 30 bis 9. 1.	1. 32.	3. 22.	3. 9.
Jun. 1.	8. 24.			
Jun. 6.	2. 2.			
Jun. 7.	8. 2. bis 8. 14.			
Jun. 15.	8. 2 bis 8. 9.	1. 38.	3. 24.	3. 11.
Jun. 1.	11. 10 bis 11. 52.			
Jun. 3.	5. 46 bis 6. 3.			
Jun. 4.	7. 35 bis 8. 3.			
Jun. 5.	7. 2.	1. 39.	3. 25.	3. 11.
Jun. 6.	2. 14.			
Jun. 11.	11. 20 bis 11. 48.			
Jun. 6.	8. 0 bis 8. 23.			
Jun. 14.	5. 35.	1. 43.	3. 22.	3. 9.
Jun. 15.	7. 25 bis 7. 38.			
Jun. 4.	4. 33 bis 5. 0.			
Jun. 5.	8. 7.			

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhe des Gegenstandes I.	Differenz der Höhen von I. u. II. oder fge.	Scheinbare Grösse oder Winkel fhe.
Jun. 14.	5. 48 bis 5. 58.			
Jun. 13.	5. 33 bis 5. 47.	1′ 46″	3′ 23″	3′ 10″
Jun. 9.	2. 5 bis 2. 36.			
Jun. 6.	2. 25 bis 2. 41.			
Jun. 6.	4. 9 bis 4. 23.			
Jun. 2.	8. 45 bis 9. 12.	1. 50.	3. 18.	3. 6.
Jun. 2.	6. 5 bis 6. 22.			
Jun. 25.	5. 48 bis 6. 0.			
Jun. 26.	5. 49.			
Jun. 13.	6. 1.	1. 51.	3. 25.	3. 11.
Jun. 2.	1. 34 bis 2. 11.			
Jun. 16.	5. 50.			
Jun. 4.	5. 32 bis 5. 58.			
Jun. 5.	7. 13 bis 7. 40.	1. 54.	3. 23.	3. 10.
Jun. 11.	7. 42 bis 8. 14.			
Jun. 14.	6. 21 bis 6. 35.			
Jun. 9.	6. 6.			
Jun. 11.	4. 25 bis 4. 52.	1. 56.	3. 23.	3. 10.
Jun. 26.	5. 18 bis 5. 32.			
Jun. 13.	6. 20 bis 6. 32.			
Jul. 2.	6. 13 bis 6. 23.			
Jun. 3.	7. 2 bis 7. 14.	2. 0.	3. 20.	3. 8.
Jun. 4.	5. 20.			
Jun. 13.	6. 45.			
Jun. 4.	6. 20 bis 6. 32.			
Jun. 5.	4. 37 bis 5. 1.	2. 2.	3. 19.	3. 7.
Jun. 9.	7. 6 bis 7. 17.			
Jun. 11.	6. 35 bis 6. 53.			
Jun. 14.	6. 44 bis 7. 0.			
Jun. 6.	4. 59 bis 5. 23.	2. 5.	3. 19.	3. 7.
Jun. 12.	7. 20 bis 7. 44.			
Jun. 25.	6. 20.			
Jun. 16.	5. 57 bis 6. 9.			
Jun. 9.	6. 18 bis 6. 28.	2. 7.	3. 21.	3. 9.
Jun. 13.	7. 5. bis 7. 13.			
Jun. 4.	7. 20 bis 7. 46.			
Jun. 25.	7. 10 bis 7. 17.			
Jul. 2.	6. 49 bis 6. 57.	2. 11.	3. 20.	3. 8.
Jun. 12.	7. 53 bis 8. 21.			
Jun. 14.	7. 13 bis 7. 19.			

Zeit der Beobachtung 1804.		Scheinbare Höhe des Gegenstandes I.		Differenz der Höhen von I. u. II. oder fge.		Scheinbare Größe oder Winkel fbe.	
Jun. 6.	6. 3 bis 6. 30.						
Jun. 14.	7. 27.	2'	16"	3'	19"	3'	7"
Jun. 13.	7. 21 bis 7. 32.						
Jun. 2.	7. 27.						
Jun. 14.	7. 33.						
Jun. 13.	7. 40 bis 7. 49.	2.	27.	3.	17.	3.	5.
Jun. 14.	7. 50 bis 7. 56.						
Jun. 14.	8. 4. bis 8. 11.	3.	2.	3.	12.	3.	2.

Die scheinbare Größe des zwischen den Puncten I und II enthaltnen Raums änderte sich also um etwa 12 Sec., das ist um $\frac{1}{16}$ des Ganzen; bei den um 10000 Fuß entfernten Gegenständen IV und V betrug diese Aenderung ohngefähr $\frac{1}{8}$, und bei den Gegenständen VII und IX, die 16000 Fuß entfernt waren, etwa $\frac{1}{5}$ der ganzen scheinbaren Größe.

III. Vergleichung der Beobachtungen, welche auf ungleich entfernte Gegenstände gerichtet waren.

Vergleichung der auf die Gegenstände IV. und V; VI, VII, VIII, und IX. und IX. und auf XI. gerichteten Beobachtungen.

38.

Da die in ungleichen Entfernungen liegenden beobachteten Gegenstände nicht alle einerlei scheinbare Höhe hatten, und dieser Umstand großen Einfluß auf die Größe der Variationen hat, so ist es vor allen Dingen nothwendig, zu untersuchen, welche Correction in dieser Hinsicht bei den Beobachtungen anzubringen sei. Um hiebei von einem festen Puncte auszugehn, nehme ich an, daß zu gewissen Zeiten der Lichtstral ganz ungekrümt zum Auge komme, und betrachte die alsdann statt findende scheinbare Höhe, als die wahre; — es kömt also darauf an, diese fürs erste zu bestimmen. Ich habe vorhin gezeigt, (§. 30.) daß bei den Beobachtungen vom Frühling 1805 sich für die

Gegenstände	VI.	IX.	XI.
die scheinbaren Höhen	7'. 35"	2'. 17"	4'. 55"

als diejenigen ergeben, unter welchen man diese Gegenstände sehen würde, wenn gar keine Refraction statt fände; ich kann also diese Zahlen zum Grunde legen, und vermittelst derselben auch für die übrigen Gegenstände die Höhe bestimmen, unter welcher sie erscheinen, wenn die Luft bis zu ansehnlicher Höhe von gleicher Dichtigkeit ist. Stellte ich nämlich aus den Beobachtungen vom Sommer 1804 diejenigen zusammen, wo die Höhe von VI nahe an 4′ 55″ ist, so wird, wenn ich aus mehrern das Mittel nehme, die gleichzeitige Höhe der übrigen Gegenstände diejenige sein, welche wir hier suchen. Folgende Tabelle enthält diese zur Vergleichung passenden Beobachtungen; warum ich in derselben die auf I, II, III, und X gerichteten ausgelassen habe, werde ich nachher erwähnen.

Zeit der Beobachtung 1804.	Höhen über dem scheinbaren Horizonte.					
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	XI.
Mai 26. 8h 0′	8′ 45″	′ ″	7′ 30″	′ ″	2′ 44″	′ ″	4′ 39″
Jun. 8. 10. 55.	9. 16.	1. 22.	7. 35.	8. 33.	2. 49.		4. 42.
Jun. 6. 8. 0 bis 8. 23.	9. 7.	1. 8.	7. 29.	8. 26.	2. 50.		4. 45.
Jun. 1. 8. 10 bis 8. 24.	8. 59.	1. 17.	7. 31.				4. 46.
Mai 26. 9. 55.	8. 54.		7. 35.		3. 16.		4. 48.
Jun. 14. 5. 35.	9. 3.	1. 14.		8. 23.		2. 3.	4. 48.
Jun. 12. 7. 42 bis 8. 0.	9. 9.	1. 18.	7. 35.	8. 34.	2. 57.		4. 48.
Jun. 4. 7. 35 bis 8. 3.	8. 59.	1. 2.	7. 30.	8. 31.	2. 42.		4. 53.
Jun. 15. 7. 25 bis 7. 38.	9. 5.	1. 6.	7. 39.	8. 32.	2. 55.	2. 1.	4. 54.
May 26. 9. 0.	8. 58.		7. 37.		3. 10.		4. 55.
Jun. 3. 5. 46 bis 6. 3.	9. 3.		7. 36.	8. 34.		2. 12.	4. 55.
Jun. 9. 2. 36.	9. 11.	1. 7.	7. 29.	8. 30.	2. 40.		4. 55.
Jun. 14. 5. 48 bis 5. 58.	9. 12.	1. 22.		8. 33.		2. 11.	4. 55.
Jun. 13. 5. 33 bis 6. 1.	9. 11.	1. 30.		8. 36.		2. 17.	4. 59.
Jun. 26. 5. 49.	9. 4.	1. 19.		8. 34.		2. 19.	5. 2.
Jun. 2. 8. 45 bis 9. 12.	9. 15.	1. 31.	7. 52.	8. 43.	3. 17.	2. 24.	5. 3.
Jun. 5. 8. 7.	9. 9.	1. 29.	7. 41.	8. 44.	3. 13.	2. 28.	5. 3.
Jun. 12. 8. 8.	9. 20.	1. 29.		8. 41.	3. 6.		5. 3.
Jun. 25. 6. 27 bis 6. 33.	9. 12.	1. 18.	7. 38.	8. 34.		2. 16.	5. 3.
Jun. 6. 2. 14 bis 2. 41.	9. 8.	1. 23.	7. 40.	8. 40.	3. 5.	2. 23.	5. 4.
Jun. 6. 4. 9 bis 4. 23.	9. 13.	1. 27.	7. 46.	8. 40.	3. 7.	2. 31.	5. 4.
Jun. 25. 5. 48 bis 6. 0.	9. 14.	1. 23.		8. 36.		2. 25.	5. 4.
Jun. 5. 7. 2.	9. 8.	1. 24.	7. 38.	8. 40.	3. 6.	2. 21.	5. 5.

Nimt man hier die Mittel aus den gleichzeitigen Beobachtungen, so findet man, daß zusammen gehören:

Scheinbare Höhen.

XI.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
4′ 55″	9′ 7″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″
4. 56.		1. 20.				
4. 54.			7. 37.		3. 0.	
4. 57.				8. 35.		
4. 59.						2. 17.

also so genau, als sich dieses bestimmen läßt;

XI.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
4′ 55″	9′ 7″	1′ 19″	7′ 38″	8′ 33″	3′ 1″	2′ 13″

Und diese Zahlen stimmen in Rücksicht der Höhen von VI und IX auch ziemlich gut mit denen überein, die ich vorhin aus den Beobachtungen vom Jahre 1805 hergeleitet habe.

39.

Um nun die Beobachtungen mit einander vergleichen zu können, nehme ich statt der Gegenstände IV und V einen dritten eben so entfernten an, dessen scheinbare Höhe = 4′ 55″ sein würde, bei demjenigen Zustande der Luft, wo die Höhe von IV = 9′ 7″ ist; und eben so statt der Gegenstände VI, VII, VIII, IX einen andern mit ihnen gleich entfernten, aber bei eben jenem Zustande der Luft mit XI gleich hoch erscheinenden, und es komt nun darauf an, aus den Beobachtungen von IV und V die jedesmalige Höhe des ersten, und aus den Beobachtungen von VI, VII, VIII und IX die des zweiten fingirten Gegenstandes zu bestimmen. Hiebei sind aber noch verschiedene Umstände in Erwägung zu ziehen.

Ich habe schon oben bei verschiedenen Gelegenheiten bemerkt, daß die Signale nicht alle gleich hoch waren und daß auch die Höhe des Auges bei der einen Beobachtung anders war, als bei der andern; es wird aber nun doch besser sein, die Höhen so anzugeben, wie sie ausfallen würden, wenn zu der Zeit da der Gegenstand XI und die beiden fingirten Gegenstände alle in der gleichen Höhe von 4′ 55″ erscheinen, das Auge sich bei allen Beobachtungen in einerlei Puncte befände. Um mich kürzer auszudrücken, will ich die beiden erdichteten Gegenstände Y und Z nennen, und unter Y den verstehen, welcher mit IV und V einerlei Entfernung hat. Es sei nun a (Fig. 5.) der Punct, wo sich das Auge bei der auf XI gerichteten

Beobachtung befand, wenn dieser Gegenstand 4′ 55″ hoch erschien; a b sei die unter eben dieser Neigung von 4′ 55″ nach Y gezogne Linie; c hingegen bezeichne die Stellung, welche das Auge zu eben der Zeit bei der Beobachtung des Gegenstandes IV hatte, und c d sei die dorthin gezogne Gesichtslinie, deren Neigung gegen den Horizont 9′ 7″ ist, d aber die Spitze des zweiten in dieser Richtung stehenden Signals; so müssen wir die jedesmalige Höhe des Gegenstandes Y so ausdrücken, wie sie ausfallen würde, wenn man bei einer auf Y gerichteten Beobachtung über b als Spitze des zweiten Signals visirte.

Ich will dieses an einem Beispiele erläutern. Bei den zur Zeit des gradlinigten Fortgangs der Lichtstralen angestellten Beobachtungen von XI und IV war a c = $10\frac{1}{2}$ Zoll, also b d = $6\frac{1}{4}$ Zoll (Oldenb. Maaß); und da diese Linie in der Entfernung von 9300 paris. Fuß, (so weit nämlich der Gegenstand IV sich von diesem Signale entfernt befand, vgl. §. 13. 14.) unter der scheinbaren Größe von 10 Sec. erscheint, so würde der Gegenstand IV, wenn man über b visirt hätte, immer um 10 Sec. höher erschienen sein, als in den Beobachtungen angegeben ist. Führt man eine ähnliche Rechnung für den Gegenstand V, so findet man, daß dieser 15 Sec. niedriger erschienen sein würde, wenn b die Spitze des dorthin gerichteten zweiten Signals gewesen wäre. Die hienach corrigirten zusammen gehörigen Höhen für den erwähnten Zustand der Luft, oder für den angenommenen Normalzustand der scheinbaren Höhen, sind also

IV = 9′ 17″; V = 1′ 4″; Y = 4′ 55″

Hiernach würde sich nun leicht für jede andre Zeit die Höhe von Y aus den Beobachtungen herleiten lassen, wenn man annehmen dürfte, daß die scheinbare Vorragung von IV über Y zu der von IV über V immerfort ein beständiges Verhältniß behielte: aber dieses dürfen wir, wie aus §. 34. erhellt, nicht annehmen. Um mit Rücksicht hierauf die Höhe von Y genau zu bestimmen, mußte das Gesetz bekant sein, nach welchem das Wachsen der scheinbaren Höhe sich ändert, wenn man bei gleicher Entfernung von einem niedrigern immer zu höhern Gegenständen fortgeht; aber es mögte wol schwierig sein, oder wenigstens eine neue Reihe von sehr zahlreichen Beobachtungen erfordern, um dieses Gesetz genau zu bestimmen. Ich muß mich also hier begnügen, nach den oben mitgetheilten Beobachtungen für die ungleich zunehmenden scheinbaren Höhen eine Voraussetzung anzunehmen, die nur einigermaßen der Wahrheit nahe komt, hier aber wahrscheinlich genau genug sein wird.

Für die 17000 Fuß entfernten Gegenstände ergab sich oben, daß die scheinbare Vorragung von VIII über IX fast dreimal so viel abnimt, als die von VII über VI. Da nun bei dem Normalzustande ohngefähr die Höhen von VII beinahe = 9 Min.; von IX = 2 Min.

sind, so können wir annehmen, daß, indem der Zwischenraum zwischen einem 8 Min. und einem 9 Min. im Normalzustande hoch erscheinenden Gegenstand um b abnimt, sich der Zwischenraum der 2 und 3 Min. hoch erscheinenden Gegenstände um 3 b vermindert. Hienach kann man folgendes annehmen:

die scheinbaren Höhen, welche im Normalzustande sind:	gehen bei irgend einem andern Zustande der Luft in folgende über:
1. Min.	1 + a + 10 b.
2.	2 + a
3.	3 + a — 9. b.
4.	4 + a — 17. b.
5.	5 + a — 24. b.
6.	6 + a — 30. b.
7.	7 + a — 35. b.
8.	8 + a — 39. b.
9.	9 + a — 42. b.

Diese Tabelle betrachte ich, als auch für die Gegenstände IV und V geltend. Wenn also die nach der vorhin angegebnen Regel corrigirte Höhe von IV = 10′ 0″, mit der corrigirten Höhe von V = 2′ 8″ zusammengehört, so hat man aus der ersten Zeile der vorigen Tabelle.

$$2' \, 8'' \div 1' \, 4'' = a + 10\,b,$$

und aus der lezten Zeile

$$10' \, 0'' \div 9' \, 17'' = a \div 42 b,$$

$$\text{also } a = 59\tfrac{25}{26} \text{ Sec.; } b = \tfrac{21}{52} \text{ Sec.}$$

Mit diesen Höhen würde folglich die Höhe von Y $= 4' \, 55'' + a - 24\,b = 4' \, 55'' + 59\tfrac{25}{26} - \frac{24 \cdot 21}{52} = 5' \, 45''$.

zusammen gehören, weil beim Normalzustande die Höhe von Y beinahe = 5 Min. ist, und wir auf Kleinigkeiten hier nicht sehen können.

43.

Diese Bestimmung sezt voraus, daß die gleichzeitige scheinbare Höhe beider Gegenstände IV und V bekant sei; aber es brauchen darum nicht gerade beide zu der bestimmten Zeit beobachtet zu sein, denn nach den vorhin mitgetheilten Tabellen (§. 35. 36.) kann man bestimmen, wie hoch der eine bei gegebener Höhe des andern erscheinen mußte.

Um nun alle Data mitzutheilen, auf welchen die Berechnung der nachher folgenden Tabellen correspondirender Höhen beruht, setze ich noch folgende Zahlen her, deren Bedeutung aus §. 42. und Fig. 5. leicht zu verstehen ist.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Y. Z.
ac = Zoll Oldenb.	$10\frac{1}{2}$	— $5\frac{1}{4}$	— $3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	— $1\frac{3}{4}$	— $2\frac{1}{4}$	
db = Zoll Oldenb.	$6\frac{1}{4}$	— $9\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{4}$	— $5\frac{3}{4}$	— $8\frac{1}{2}$	
Correction der Höhen.	+ 10″	— 15″	+ 16″	+ 16″	— 6″	— 9″	
Corrigirte Höhen für den Normal-Zustand.	9′ 17″	1′ 4″	7′ 54″	8′ 49″	2′ 55″	2′ 4″	4′ 55″

Nach diesen Vorbereitungen werden nun die folgenden Tabellen keiner Erläuterung mehr bedürfen. Die Höhen von Y und Z sind darin, um den Unterschied des Resultats zu zeigen, auf doppelte Weise berechnet, nämlich erstlich so, daß man das Verhältniß der scheinbaren Vorragung IV — Y, zu der IV — V als beständig annimt, zweitens aber nach der genauern Voraussetzung, wovon im vorigen §. geredet ist.

Correspondirende scheinbare Höhen: Beobachtete Höhen. IV.	V.	Correspondirende Höhen von Y. berechnet nach der ersten Voraussetzung.	berechnet nach der zweiten genauern Hypothese (§. 42.)
8′ 50″	0′ 39″	4′ 26″	4′ 30″
9. 0.	0. 59.	4. 41.	4. 43, 5.
9. 5.	1. 12.	4. 50, 5.	4. 51.
9. 10.	1. 23.	5. 58, 5.	4. 58, 5.
9. 20.	1. 40.	5. 12, 5.	5. 11.
9. 30.	1. 56.	5. 25, 5.	5. 23.
9. 40.	2. 10.	5. 38.	5. 34.
9. 50.	2. 23.	5. 49, 5.	5. 45.
10. 0.	2. 36.	6. 1.	5. 56.
10. 10.	2. 49.	6. 12, 5.	6. 7.
10. 20.	3. 2.	6. 24.	6. 18, 5.
10. 30.	3. 14.	6. 35.	6. 29, 5.
10. 40.	3. 26.	6. 46.	6. 40.

Beobachtete scheinbare Höhen.	Correspondirende scheinbare Höhen.			Correspondirende Höhen von Z.	
VI.	VII.	VIII.	IX.	berechnet nach der ersten Voraussetzung.	berechnet nach der zweiten genauern Hypothese (§. 42.)
7′ 4″	8′ 0″	2′ 4″	1′ 11″	4′ 6″	4, 9″, 5.
7. 14.	8. 10.	2. 19.	1. 28.	4. 19, 5.	4. 22, 5.
7. 25.	8. 20.	2. 36.	1. 46.	4. 34.	4. 36.
7. 35.	8. 30.	2. 54.	2. 5.	4. 49.	4. 50.
7. 45.	8. 40.	3. 11.	2. 23.	5. 3, 5.	5. 3, 5.
7. 55.	8. 50.	3. 27.	2. 40.	5. 17, 5.	5. 16, 5.
8. 5.	9. 0.	3. 42.	2. 56.	5. 31.	5. 29.
8. 15.	9. 10.	3. 57.	3. 12.	5. 44.	5. 41, 5.
8. 25.	9. 20.	4. 11.	3. 27.	5. 57.	5. 53, 5.
8. 35.	9. 30.		3. 41.	6. 10.	6. 5.
8. 45.	9. 40.		3. 55.	6. 22, 5.	6. 17.
8. 56.	9. 50.		4. 9.	6. 34, 5.	6. 28, 5.
9. 6.	10. 0.		4. 23.	6. 47.	6. 40, 5.
9. 16.	10. 10.		4. 37.	6. 59.	6. 52.

In der lezten Tabelle sind die beobachteten Höhen so angenommen, wie es den besten in §. 32. vorkommenden Angaben, (welche nicht ganz genau unter einander harmonirten,) am gemäßesten schien. Die Höhen von Z sind aus der Vergleichung von VI und VIII und von VII und IX aus jeder besonders berechnet und aus beiden Bestimmungen das Mittel genommen; bei der Berechnung nach der ersten Voraussetzung weichen beide Angaben beträchtlich von einander ab, wenn die scheinbare Höhe merklich von 4′ 55″ verschieden ist, und dieses kann auch nicht anders sein, weil diese Voraussetzung nicht ganz richtig ist.

44.

Ich komme jezt zu den Beobachtungen selbst. In der folgenden Tabelle sind die Höhen von Y und Z mit Hülfe der vorigen Tabellen bestimt und zwar so, daß Y einmal aus der scheinbaren Höhe von IV und dann unabhängig von der vorigen Bestimmung auch aus der Höhe von V berechnet und aus beiden das Mittel genommen ist. Wichen diese beiden Bestimmungen weit von einander ab, oder war die scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände selbst sehr veränderlich, so sind die Maxima und Minima unter der Mittelzahl mit hingesezt. Eben dieses gilt von Z.

In den wenigen Fällen, da die scheinbare Höhe sich sehr schnell änderte, nämlich am 13, 14 und 25 Juni Abends, sind die Beobachtungen ein wenig corrigirt, um sie alle als genau gleichzeitig betrachten zu dürfen: es ließ sich nämlich aus den auf einander folgenden wiederholten Beobachtungen jedes Gegenstandes schließen, wie viel die scheinbare Höhe sich von Minute zu Minute änderte, und daraus war die nöthige Correction genau genug zu bestimmen, weil die Beobachtungen immer in einerlei Ordnung angestellt waren. Die Beobachtungen der Gegenstände I. II, III und X habe ich zu dieser Vergleichung nicht gezogen, weil diese Gegenstände sehr viel niedriger als XI erschienen, und es daher ungewiß war, wie man sie auf diese Höhe reduciren könne.

Gleichzeitige scheinbare Höhen ungleich entfernter Gegenstände.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Höhen über dem scheinbaren Horizonte.		
		IX.	Y.	Z.
Jan. 14.	11h 0′	3′ 54″	′ ″	4′ 9″
Jun. 11.	11. 28 bis 11. 42.	3. 56.	4. 23.	4. 19.
Jun. 25.	2. 50.	4. 7.	4. 21, 5.	4. 9, 5. (4. 3 bis 4. 18.)
Jun. 13.	7. 53 bis 8. 2.	4. 9.	4. 24.	4. 15. (4. 11 bis 4. 23.)
Jun. 4.	1. 55.	4. 11.	4. 26.	4. 19. (4. 4 bis 4. 31.)
Jun. 3.	8. 0 bis 8. 10.	4. 18.	4. 24.	4. 23.
Jun. 7.	8. 2 bis 8. 14.	4. 21.	4. 32.	4. 25, 5.
Jun. 1.	11. 10 bis 11. 52.	4. 25. (4. 10 bis 4. 38.)	4. 47. (4. 24 bis 4. 58.)	4. 54, 5. (4. 51 bis 5. 2.)
Jun. 16.	11. 32.	4. 29.	4. 34, 5.	4. 22.
Jun. 4.	8. 30 bis 9. 1.	4. 30. (4. 19 bis 4. 39.)	4. 28.	4. 28, 5. (4. 23 bis 4. 37.)
Jun. 12.	4. 53 bis 5. 4.	4. 33.	4. 39.	4. 36.
Jun. 15.	8. 2 bis 8. 9.	4. 37.	4. 36.	4. 34, 5. (4. 25 bis 4. 36.)
Jun. 6.	2 2.	4. 38.	4. 38.	4. 39.
Mai 26.	8. 0.	4. 39.	4. 24.	4. 42, 5.
Jun. 8.	10. 55.	4. 42.	5. 2.	4. 50.
Jun. 6.	8. 0 bis 8. 23.	4. 45.	4. 51, 5.	4. 44, 5. (4. 33 bis 4. 52.)

Zeit der Beobachtung. 1804.		Höhen über dem scheinbaren Horizont.		
		XI.	Y.	Z.
Jun. 1.	8. 10 bis 8. 24.	4′ 46″ (4. 32 bis 5. 0.)	4′ 48″ (4. 42 bis 4. 54.)	4′ 44″, 5.
Mai 26.	9. 55.	4. 48.	4. 35, 5.	4. 59. (4. 50 bis 5. 8.)
Jun. 12.	7. 42 bis 8. 0.	4. 48. (4. 40 bis 4. 57.)	4. 56.	4. 52, 5. (4. 44 bis 4. 56.)
Jun. 14.	5. 35.	4. 48.	4. 50.	4. 44.
Jun. 4.	7. 35 bis 8. 3.	4. 53. (4. 45 bis 5. 1.)	4. 44. (4. 26 bis 4. 57.)	4. 45. (4. 34 bis 4. 56.)
Jun. 15.	7. 25 bis 7. 38.	4. 54.	4. 49.	4. 51, 5.
Mai 26.	9. 0.	4. 55.	4. 41.	4. 57, 5.
Jun. 3.	5. 46 bis 6. 3.	4. 55.	4. 48.	4. 54.
Jun. 9.	2. 36.	4. 55.	4. 54. (4. 48 bis 5. 0.)	4. 43, 5. (4. 39 bis 4. 50.)
Jun. 14.	5. 48 bis 5. 58.	4. 55.	4. 59.	4. 54.
Jun. 4.	4. 33 bis 4. 46.	4. 58. (4. 51 bis 5. 5.)	4. 58.	4. 54. (4. 50 bis 5. 10.)
Jun. 13.	5. 33 bis 6. 1.	4. 59. (4. 53 bis 5. 4.)	5. 2.	4. 58, 5. (4. 49 bis 5. 4.)
Jun. 26.	5. 49.	5. 2.	4. 52, 5.	4. 58.
Jun. 2.	8. 45 bis 9. 12.	5. 3.	5. 5.	5. 8.
Jun. 5.	8. 7.	5. 3.	5. 0.	5. 5.
Jun. 12.	8. 8.	5. 3.	5. 7.	5. 2.
Jun. 25.	6. 27 bis 6. 33.	5. 3.	4. 58.	4. 56.
Jun. 6.	2. 14 bis 2. 41.	5. 4.	4. 57.	5. 0, 5. (4. 46 bis 5. 4.)
Jun. 6.	4. 9 bis 4. 23.	5. 4. (4. 53 bis 5. 14.)	5. 2.	5. 4, 5. (4. 52 bis 5. 11.)
Jun. 25.	5. 48 bis 6. 0.	5. 4.	5. 1.	5. 1, 5.
Jun. 5.	7. 2.	5. 5.	4. 57, 5.	5. 0.
Jun. 3.	6. 18.	5. 8.	5. 5.	5. 6, 5.
Mai 26.	8. 22 bis 8. 40.	5. 10.	—	5. 12.
Mai 31.	1. 15 bis 1. 25.	5. 10.	5. 6.	5. 19.
Jun. 1.	4. 54 bis 5. 37.	5. 12. (5. 4 bis 5. 17.)	5. 3. (4. 53 bis 5. 13.)	5. 5. (4. 52 bis 5. 20.)
Jun. 5.	7. 13 bis 7. 40.	5. 12. (5. 4 bis 5. 19.)	5. 12. (5. 3 bis 5. 15.)	5. 12.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Höhen über dem scheinbaren Horizonte.		
		XI.	Y.	Z.
Jun. 11.	4h 25' bis 4. 52.	5' 12''	5' 7''	5' 10'' (5. 2 bis 5. 16.)
Jun. 2.	1. 34 bis 2. 11.	5. 13. (5. 7 bis 5 19.)	5. 16.	5. 15, 5.
Jun. 3.	7. 2 bis 7. 14.	5. 15.	5. 19, 5.	5. 22.
Jun. 16.	5. 50.	5. 16.	5. 9.	5. 15, 5.
Jun. 26.	5. 26 bis 5. 32.	5. 16.	4. 59, 5.	4. 58. (4. 51 bis 5. 5.)
Mai 31.	4. 50 bis 5. 11.	5. 17. (5. 12 bis 5. 23.)	4. 14, 5.	5. 16. (5. 9 bis 5. 21.)
Jun. 4.	5. 0 bis 5. 46.	5. 18. (5. 5 bis 5. 27.)	5. 11, 5. (5. 5 bis 5. 19.)	5. 12, 5. (5. 3 bis 5. 24.)
Jun. 26.	5. 18.	5. 19.	5. 1.	5. 8.
Jun. 14.	6. 21 bis 6. 35.	5. 20. (5. 11 bis 5. 27.)	5. 13, 5.	5. 15.
Jun. 2.	6. 5 bis 6. 22.	5. 23.	5. 16.	5. 18.
Juli 2.	6. 13 bis 6. 23.	5. 23.	5. 9, 5.	5. 15.
Jun. 13.	6. 20 bis 6. 32.	5. 26.	5. 17.	5. 17.
Jun. 16.	5. 57 bis 6. 9.	5. 26.	5. 17, 5.	5. 22, 5.
Jun. 11.	6. 35 bis 6. 53.	5. 30.	5. 15, 5.	5. 21.
Jun. 25.	6. 20.	5. 31.	5. 16, 5.	5. 21.
Jun. 4.	5. 58.	5. 35.	5. 18.	5. 26.
Jun. 6.	4. 55 bis 5. 23.	5. 37. (5. 30 bis 5. 43.)	5. 24.	5. 30. (5. 17 bis 5. 33.)
Jun. 13.	6. 45.	5. 38.	5. 25, 5.	5. 29.
Jun. 14.	6. 44 bis 7. 0.	5. 39. (5. 33 bis 5. 47.)	5. 24.	5. 30. (5. 23 bis 5. 37.)
Jun. 9.	6. 6.	5. 42.	5. 18.	5. 30, 5.
Mai 26.	6. 0 bis 6. 10.	5. 44. (5. 38 bis 5. 50.)	5. 20, 5.	5. 32.
Jun. 5.	4. 37 bis 5. 1.	5. 46.	5. 27.	5. 33.
Jun. 4.	6. 20 bis 6. 32.	5. 47.	5. 26.	5. 35.
Jul. 2.	6. 49 bis 6. 57.	5. 47.	5. 25.	5. 30, 5.
Jun. 9.	6. 18 bis 6. 28.	5. 49.	5. 30.	5. 38.
Jun. 6.	6. 3 bis 6. 30.	5. 50.	5. 29.	5. 38.
Jun. 12.	7. 20 bis 7. 44.	5. 50.	5. 27.	5. 38.
Jun. 9.	7. 6 bis 7. 17.	5. 53.	5. 29.	5. 37, 5.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Höhen über dem scheinbaren Horizonte. XI.	Y.	Z.
Jun. 12.	7h 53' bis 8. 1.	5' 55"	5' 32"	5' 43"
Jun. 13.	7. 5 bis 7. 13. (*)	5. 59.	5. 36, 5.	5. 41, 5.
Jun. 25.	7. 10 bis 7. 17.	5. 59.	5. 33.	5. 49.
Jun. 8.	7. 14 bis 7. 30.	6. 0.	5. 29, 5.	5. 45, 5.
Jun. 4.	7. 20 bis 7. 34.	6. 1.	5. 32.	5. 44.
Jun. 12.	8. 10 bis 8. 21.	6. 4.	5. 36.	5. 48.
Jun. 14.	7. 13 bis 7. 19.	6. 5.	5. 37.	5. 47, 5.
Mai. 31.	6. 12 bis 6. 35.	6. 6. (6. 56 bis 6. 12.)	5. 32.	5. 46, 5.
Jun. 4.	7. 46.	6. 9.	5. 36.	5. 50, 5.
Jun. 8.	7. 38 bis 8. 2.	6. 10. (6. 6 bis 6. 17.)	5. 40, 5.	5. 57, 5.
Jun. 13.	7. 21. (*)	6. 11.	5. 46. (5. 38 bis 5. 54.)	5. 52.
Jun. 14.	7. 27. (*)	6. 15.	5. 47.	5. 55, 5.
Mai. 26.	6. 42 bis 7. 8.	6. 16.	5. 39, 5.	5. 55.
Jun. 13.	7. 32 bis 7. 40. (*)	6. 31.	5. 54, 5.	6. 7.
Jun. 14.	7. 33. (*)	6. 37.	5. 58.	6. 9.
Jun. 25.	7. 27. (*)	6. 40.	5. 59, 5.	6. 15, 5.
Jun. 13.	7. 49. (*)	6. 40.	6. 2.	6. 12.
Mai. 26.	7. 20 bis 7. 35.	6. 43.	5. 46.	6. 7, 5.
Jun. 14.	7. 40. (*)	7. 4.	6. 14. (6. 8 bis 6 19.)	6. 28.
Jun. 25.	7. 35. (*)	7. 4.	6. 21.	6. 41.
Jun. 25.	8. 8 bis 8. 13.	7. 15.	6. 13, 5. (6. 5 bis 6. 22.)	6. 31.
Jun. 14.	7. 50. (*)	7. 26.	6. 29.	6. 50.
Jun. 14.	7. 56. (*)	7. 42.	6. 41, 5.	6. 59.
Jun. 25.	7. 40 bis 7. 46. (*)	7. 47. (7. 34 bis 7. 59.)	6. 27.	6. 58. (6. 55 bis 7. 7.)
Jun. 25.	8. 0. (*)	8. 0.	6. 25. (6. 14 bis 6 37.)	7. 2.
Jun. 14.	8. 4. (*)	8. 6.	6. 55.	7. 24, 5.
Jun. 25.	7. 53. (*)	8. 18.	6. 59.	7. 19.

45.

Diese Beobachtungen ergeben folgende Reihe

Correspondirender scheinbarer Höhen.

des Gegenstandes XI. welcher 27150 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes Z. welcher 14700 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes Y. welcher 9300 p. F. entfernt ist.	
4.′	10.″	4.′	18.″	4.′	25.″
4.	20.	4.	26.	4.	30.
4.	30.	4.	34.	4.	36.
4.	40.	4.	42.	4.	42.
4.	50.	4.	50.	4.	49.
5.	0.	4.	59.	4.	57.
5.	10.	5.	8.	5.	4.
5.	20.	5.	16.	5.	11.
5.	30.	5.	23.	5.	17.
5.	40.	5.	30.	5.	23.
5.	50.	5.	37.	5.	29.
6.	0.	5.	44.	5.	34.
6.	10.	5.	52.	5.	40.
6.	20.	5.	59.	5.	46.
6.	30.	6.	6.	5.	51.
6.	40.	6.	12.	5.	57.
6.	50.	6.	19.	6.	3.
7.	0.	6.	26.	6.	8.
7.	20.	6.	39.	6.	19.
7.	40.	6.	52.	6.	30.
8.	0.	7.	5.	6.	41.

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Höhe des Gegenstandes Y nicht genau richtig angenommen ist, denn er erschien nur etwa 4′ 53″ hoch zu der Zeit, wo die Höhe der andern = 4′ 55″ war, man müßte also eigentlich alle Höhen von Y um 2 Sec. größer ansetzen, als sie in der Tabelle stehn. Dieses rührt von einer nicht strengen Genauigkeit der Mittel in §. 38. her.

Das Resultat dieser Beobachtungen will ich nachher näher betrachten, und jetzt zuerst die im Frühling 1805 angestellten auf die Gegenstände XI, VI und IX gerichteten Beobachtungen mittheilen.

46.

Da das ganze Verfahren, um die scheinbaren Höhen von Z zu bestimmen hier eben dasselbe ist, wie vorhin, so brauche ich hier nur kurz die Hauptdata der Rechnung anzuführen. Es war nämlich die scheinbare Höhe zu der Zeit, da der Lichtstral ungebrochen zum Auge kömt, (nach §. 30.)

für VI = 7′ 35″; für IX = 2′ 17″; für XI = 4′ 55″; und ferner, nach den in §. 42 und Fig. 5 gebrauchten Bezeichnungen

	für VI.	für IX.	Z.
a c =	— ¾ Zoll.	+ 3½ Zoll.	
b d =	11½.	— 13¾.	
Correction der Höhen =	+ 12.″	— 15.″	
Corrigirte Höhen für den Normal-Zustand.	7.′ 47.″	2.′ 2.″	4.′ 55.″

Die Höhen von Z berechne ich eben so wie in §. 42. und lege auch eben die dortige Tabelle für die Hypothese der ungleichen Abnahme der scheinbaren Größe zum Grunde.

Correspondirende scheinbare Höhen.

Beobachtete Höhen. VI.	Beobachtete Höhen. IX.	Berechnete Höhen von Z. nach der ersten Voraussetzung.	Berechnete Höhen von Z. nach der zweiten genauern Voraussetzung (§. 42.)
7.′ 0.″	1.′ 19.″	4.′ 8,″ 5.	4.′ 11,″ 5.
7. 10.	1. 34.	4. 21.	4. 24.
7. 20.	1. 50.	4. 34.	4. 35, 5.
7. 30.	2. 7.	4. 47, 5.	4. 48.
7. 40.	2. 26.	5. 2.	5. 1, 5.
7. 50.	2. 43.	5. 15, 5.	5. 14.
8. 0.	2. 59.	5. 28, 5.	5. 26.
8. 10.	3. 15.	5. 41, 5.	5. 38, 5.
8. 20.	3. 30.	5. 54.	5. 50, 5.
8. 30.	3. 44.	6. 6.	6. 2.
8. 40.	3. 58.	6. 18.	6. 13.
8. 50.	4. 11.	6. 29, 5.	6. 24, 5.
9. 0.	4. 23.	6. 40, 5.	6. 35.
9. 10.	4. 35.	6. 51, 5.	6. 46.
9. 20.	4. 47.	7. 2, 5.	6. 56, 5.
9. 30.	4. 59.	7. 13, 5.	7. 7.
9. 40.	5. 10.	7. 24.	7. 17, 5.
9. 50.	5. 22.	7. 35.	7. 28, 5.
10. 0.	5. 33.	7. 45, 5.	7. 39.

Diese Tabelle stimt mit der in §. 40. nicht ganz genau überein, aber schon aus dem, was oben §. 37. bei Gelegenheit dieser Beobachtungen gesagt worden, erhellt, daß sie das nicht thun kann.

47.

Folgendes sind nun die aus den Beobachtungen hergeleiteten Höhen.

Gleichzeitige scheinbare Höhen der Gegenstände XI und Z.

Zeit der Beobachtung 1805.		Höhen über dem scheinbaren Horizonte. des Gegenst. XI.	des Gegenst. Z.
März. 25.	11 h. 30′	3.′ 39.″ (3. 20 bis 3. 57.)	4.′ 3.″ 5. (3. 48 bis 4. 18.)
April. 4.	11. 52.	3. 44.	4. 4.
März. 25.	11. 45 bis 12. 5.	3. 48. (3. 41 bis 3. 57.)	4. 3.
März. 26.	10. 6.	3. 58.	4. 13.
April. 4.	11. 36.	3. 59.	4. 15.
März. 24.	2. 25.	4. 9.	4. 24, 5.
März. 24.	2. 43 bis 3. 12.	4. 13.	4. 35. (4. 26 bis 4. 43.)
März. 30.	11. 39 bis 12. 1.	4. 21. (3. 57 bis 4. 44.)	4. 22. (4. 0 bis 4. 45.)
März. 27.	2. 7 bis 2. 23.	4. 24. (4. 16 bis 4. 28.)	4. 34, 5.
März. 19.	12. 2 bis 12. 14.	4. 25.	4. 44, 5.
März. 25.	9. 10.	4. 25.	4. 28. (4. 24 bis 4 38.)
März. 30.	3. 56.	4. 30.	4. 40.
März. 25.	8. 35 bis 8. 50.	4. 31.	4. 37.
März. 30.	4. 14.	4. 32.	4. 29.
März. 27.	9. 35 bis 9. 56.	4. 39.	4. 43, 5. (4. 36 bis 4. 47.)
März. 25.	8. 13.	4. 44.	4. 45, 5.
März. 30.	8. 53 bis 9. 23.	4. 45.	4. 46, 5.
April. 10.	2. 18.	4. 53.	4. 33, 5.
April. 5.	4. 28 bis 4. 37.	4. 58. (4. 49 bis 5. 7.)	4. 57.
April. 4.	8. 6 bis 8. 13.	4. 59.	5. 5.

Zeit der Beobachtung. 1805.		Scheinbare Höhen. XI.		Scheinbare Höhen. Z.	
April. 5.	5h 31' bis 5h 43.'	5.'	4."	5.'	4." 5.
März. 19.	6. 54 bis 7. 17.	5.	6.	5.	7.
März. 27.	4. 52 bis 5. 6.	5.	11.	5.	6, 5.
März. 19.	4. 41 bis 4. 54.	5.	12.	5.	12.
März. 19.	6. 45. bis 6. 50.	5.	19.	5.	16, 5.
März. 30.	5. 19 bis 5. 51.	5.	20. (5. 12 bis 5. 28.)	5.	13. (5. 7 bis 5. 16.)
März. 19.	5. 7 bis 5. 25.	5.	24.	5.	17, 5.
März. 19.	5. 38.	5.	30.	5.	23.
März. 29.	5. 48.	5.	30.	5.	22.
März. 21.	6. 28 bis 6. 41.	5.	35.	5.	26, 5.
April. 4.	4. 33 bis 4. 49.	5.	35.	5.	27, 5.
März. 19.	6. 30 bis 6. 37.	5.	37.	5.	31, 5. (5. 24 bis 5. 38.)
März. 19.	5. 45 bis 6. 15.	5.	39.	5.	28, 5.
März. 30.	6. 9 bis 6. 30.	5.	40. (5. 33 bis 5. 47.)	5.	23. (5. 17 bis 5. 30.)
April. 1.	5. 52.	5.	41.	5.	32.
April. 5.	6. 14.	5.	41.	5.	37.
März. 24.	5. 14.	5.	47.	5.	30, 5.
März. 29.	6. 4 bis 6. 12.	5.	48.	5.	31, 5.
März. 21.	5. 59 bis 6. 13.	5.	49.	5.	36.
April. 7.	5. 30 bis 5. 41.	5.	51.	5.	27, 5.
April. 1.	5. 48.	5.	53.	5.	40.
März. 29.	6. 25 bis 6. 35.	5.	57.	5.	35, 5.
April. 5.	6. 20.	5.	58.	5.	47. 5.
März. 24.	5. 28.	6.	2.	5.	42.
April. 1.	6. 5 bis 6. 15.	6.	6. (5. 59 bis 6. 13.)	5.	49, 5.
April. 7.	5. 57.	6.	6.	5.	40, 5.
März. 20.	6. 37 bis 6. 39.	6.	12.	5.	45.
April. 5.	6. 36 bis 6. 49.	6.	12.	5.	52, 5. (5. 46 bis 5. 59.)
März. 19.	6. 15 bis 6. 22.	6.	14.	5.	56. (5. 47 bis 6. 14.)
März. 24.	5. 37.	6.	16.	5.	50, 5.

Zeit der Beobachtung 1805.			Scheinbare Höhen. XI.		Z.	
März.	20.	6h 35.′	6.′	20.″	5.′	52,″ 5.
April.	1.	6. 25 bis 6. 45.	6.	20.	5.	56.
April.	7.	6. 14 bis 6. 27.	6. (6. 20 bis 6. 31.)	24.	5.	50, 5.
März.	20.	6. 18 bis 6. 28.	6.	29.	5.	57.
März.	20.	6. 12.	6.	36.	6.	3.
März.	24.	5. 53.	6.	36.	6.	4.
April.	7.	6. 42 bis 6. 56.	6.	46.	6.	4, 5.
März.	24.	6. 2 bis 6. 9.	6.	55.	6. (6. 15 bis 6. 27.)	20.
März.	20.	5. 44 bis 5. 53.	7.	42.	6. (6. 41 bis 6. 53.)'	46.
März.	20.	6. 5 bis 6. 11.	8. (7. 54 bis 8. 6.)	0.	6.	56.
April.	10.	6. 43.	8.	13.	7.	3, 5.
März.	20.	6. 15.	8.	24.	7.	5, 5.
April.	10.	6. 45 bis 6. 50.	8. (8. 23 bis 8. 44.)	35.	7. (7. 14 bis 7. 33.)	24, 5.
März.	20.	6. 17 bis 6. 20.	8. (8. 37 bis 8. 52.)	45.	7.	18, 5.
April.	10.	6. 53 bis 6. 55.	9.	2.	7.	52.
März.	20.	6. 30.	9.	7.	7.	30, 5.
März.	20.	6. 25.	9.	10.	7.	36.
April.	10.	7. 20.	9.	26.	8.	2.
April.	10.	7. 1 bis 7. 6.	9.	33.	8. (7. 50 bis 8. 16.)	2.
April.	10.	7. 12.	9.	40.	8.	9.

48.

Für diese Beobachtungen paßt folgende Reihe zusammengehöriger Höhen am besten.

Correspondirende scheinbare Höhen.

des Gegenstandes XI. welcher 27150 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes Z. welcher 14700 p. F. entfernt ist.	
3.	50.	4.′	10.″
4.	0.	4.	16.
4.	10.	4.	22, 5.
4.	20.	4.	29.
4.	30.	4.	35, 5.
4.	40.	4.	42, 5.
4.	50.	4.	50, 5.
5.	0.	4.	59, 5.
5.	10.	5.	8.
5.	20.	5.	15, 5.
5.	30.	5.	23.
5.	40.	5.	29, 5.
5.	50.	5.	36.
6.	0.	5.	42.
6.	20.	5.	54.
6.	40.	6.	7.
7.	0.	6.	19.
7.	20.	6.	31.
7.	40.	6.	44.
8.	0.	6.	56.

Diese Reihe stimt nicht genau mit der in §. 43. überein, und es ist wol der Mühe werth, den Gründen dieser Ungleichheit noch etwas nachzuforschen. In der leztern Reihe von Beobachtungen sind die Variationen der Höhe von Z etwas geringer als bei der vorigen, und folglich ist die Höhe von Z hier etwas grösser als dort (bei gleichen Höhen von XI,) so lange sie unter 4′ 5″ ist, aber kleiner, sobald sie diese Normal-Höhe übertrift, wir müssen also zu bestimmen suchen, ob hieran Fehler der Beobachtungen oder unrichtige Voraussetzungen bei der Berechnung der Höhen von Z Schuld sind. Eine ganz völlige bis auf 1 Sec. gehende Uebereinstimmung zwischen zwei solchen Reihen darf man zwar nicht erwarten; denn da besonders gegen die Enden der Reihe hin die Zahl der Beobachtungen, wornach sie bestimt wird, nur geringe ist, so kann eine fehlerhafte Beobachtung immer einen bedeutenden Einfluß haben und die Reihe fehlerhaft machen, aber die hier gefundene Abweichung ist doch unstreitig

hiefür zu groß. Um nun zu finden, ob die Beobachtungen hieran Schuld sind, habe ich diese selbst unter einander verglichen und finde, daß ohne alle Correction folgende zusammengehören.

Höhen von XI.		Höhen von VI.				Höhen von IX.			
		1804.		1805.		1805.		1805.	
4.′	0.″	7.′	4.″	′	″	′	″	′	″
4.	20.	7.	16.	7.	14.	1.	37.	1.	42.
4.	40.	7.	28.	7.	26.	1.	57.	2.	2.
5.	0.	7.	41.	7.	38.	2.	18.	2.	22.
5.	20.	7.	54.	7.	50.	2.	38.	2.	41.
5.	40.	8.	6.	8.	1.	2.	57.	2.	59.
6.	0.	8.	17.	8.	11.	3.	16.	3.	16.
6.	20.	8.	28.	8.	21.	3.	34.	3.	33.

Da aber nach §. 43 und 46. die Beobachtungen von 1804 mit + 16 und — 9 Sec.; die von 1805 mit + 12 und — 15 Sec. corrigirt werden müssen, so müßten folgende Zahlenreihen genau harmoniren.

Scheinbare Höhen.

XI.		VI.				IX.			
		1804.		1805.		1804.		1805.	
4.′	20.″	7.′	32.″	7.′	26.	1.′	28.″	1.′	27.″
5.	0.	7.	57.	7.	50.	2.	9.	2.	7.
5.	40.	8.	22.	8.	13.	2.	48.	2.	44.
6.	20.	8.	44.	8.	33.	3.	25.	3.	18.

Zuerst sieht man hier, daß zur Zeit des angenommenen Normal-Zustandes die Höhe von VI um ± 7 Sec. in den beiden Reihen verschieden ist, und dieses bestätigt die schon in §. 37. gemachte Bemerkung, daß in den beiden nach dem Gegenstande VI gerichteten Nivellements ein Fehler von 7 oder 8 Sec. vorkömt; zugleich aber sieht man zweitens, daß diese Differenz mit der scheinbaren Höhe wächst, und daß eine ähnlich wachsende Differenz bei der Reihe IX statt findet, obgleich dort für den mittlern Zustand diese Differenz nur 2 Sec. beträgt. Diese in den Beobachtungen selbst entdeckte Ungleichheit erklärt also die Abweichung der beiden für Z gefundenen Reihen völlig; aber sie selbst bedürfte wol noch einer Erklärung. Ich kann die folgende nur als eine Vermuthung aufstellen und überlasse es den Lesern, zu entscheiden, ob sie dieselbe genügend finden; — einige in der Folge noch näher zu betrachtende Beobachtungen bestätigen wenigstens diese Vermuthung.

Bei der Bestimmung der scheinbaren Höhe der Gegenstände ist die Berechnung immer so angestellt, als ob der Lichtstral indem er von der Spitze des zweiten Signals e f (Fig. 1.) zum Auge kömmt, gradlinigt fortginge. Da nun aber, wie ich bald zeigen werde, an Gegenständen, die nur 2000 Fuß entfernt sind, eine merkliche Variation der scheinbaren Höhe statt findet, so läßt sich mit allem Grunde annehmen, daß jene Voraussetzung bei den etwa 1000 Fuß entfernten Signalen auch nicht mehr genau richtig sei. Dieser Irthum würde indeß die Harmonie beider Reihen von Beobachtungen nicht stören, wenn die nach VI und IX und das nach XI gerichtete zweite Signal beidemal gleich entfernt gewesen wären, denn alsdann wäre in beiden Reihen ein gleicher Irthum. Aber diese Gleichheit der Fehler fällt weg, wenn das eine jener Signale seine vorige Entfernung auch bei der zweiten Reihe von Beobachtungen behielt, das andre aber näher oder entfernter aufgestellt ward, welches grade der Fall bei den Beobachtungen war. Stellt nämlich (Fig. 6.) d k das nach VI gerichtete Signal, c h das nach XI gerichtete, so wie es bei den ersten Beobachtungen stand, vor, (welche wir hier, als nach einerlei Richtung liegend betrachten dürfen, so blieb auch bei der zweiten Reihe von Beobachtungen die Entfernung des erstern vom Auge a beinahe dieselbe, aber das nach XI gerichtete Signal ward näher in b g gerückt, und die Entfernungen a h und a g verhielten sich wie 20 zu 19. Wir können uns diese drei Signale als zu gleicher Zeit aufgestellt denken, und wenn e den Gegenstand XI bezeichnet, und f mit VI einerlei ist, so erhält man offenbar, wenn der Lichtstral von c nach a nicht gradlinigt fortgeht, eine verschiedene Bestimmung der Höhe von XI, je nachdem man dieselbe aus der Entfernung und Höhe von c h oder von b g herleitet, und zwar wird bei starker Erhebung, oder wenn der Lichtstral eine gegen die Erdfläche sehr concave Curve bildet, die von b g hergeleitete Bestimmung die Höhe von XI am größesten geben. Ergab also z. B. die Beobachtung von 1804, die corrigirte Höhe von VI = 8′ 37″, wenn XI = 6′ 20″ hoch erschien, *) so mußte bei der zweiten Reihe von Beobachtungen mit eben jener Höhe von VI eine etwas größere Höhe von XI zusammen gehören, und wirklich findet dies bei diesen Beobachtungen statt, indeß muß ich gestehn, daß der hieraus entspringende Unterschied doch schwerlich über 2 oder 3 Sec. betragen mögte, und daß man also noch immer einen kleinen Fehler in der den Beobachtungen entsprechenden Reihe annehmen müßte, doch würde dieser Fehler in der für Z gefundnen Reihe nur etwa 2 Sec. (bei der Höhe XI = 6′ 20″) betragen und es ist sehr schwer für eine Genauigkeit, die solche Fehler

*) So ergiebt es die lezte Tabelle, wenn ich wegen des fehlerhaften Nivellements eine besondere Correction von — 7 Sec. anbringe.

unmöglich machte, zu bürgen. Wo aber auch der Fehler liegen mag, so scheint wenigstens das zu erhellen, daß die in §. 42. angenommene Hypothese zur Berechnung der Höhen von Y und Z nicht an dieser Abweichung Schuld ist, und also als genau genug kann betrachtet werden: hätte ich eine in allen Theilen gleichförmige Abnahme der scheinbaren Größe vorausgesezt, so würde jene Abweichung noch erheblicher geworden sein, und überdies sprechen auch gegen diese Voraussezung ja die Beobachtungen ganz deutlich. — Ich gehe jezt zur Vergleichung andrer Beobachtungen fort.

Vergleichung der Beobachtungen, welche auf die Gegenstände I und II, III, X, IV und V, und VI, VII, VIII und IX gerichtet waren.

49.

Da die Gegenstände I, II, III und X so niedrig erschienen, daß sie nicht gut auf die Normal-Höhe = 4′ 55″ reducirt werden konten, und es überdies gut und nothwendig ist, die correspondirenden Variationen ungleich entfernter Gegenstände für mehr als eine scheinbare Höhe zu bestimmen, so habe ich diese Beobachtungen von jenen getrent, obgleich dadurch die nöthigen Berechnungen und Reductionen vervielfältigt wurden. Der Gang der Untersuchung ist hier völlig, wie im Vorigen und ich werde daher alles nur kurz anzuführen brauchen, wovon die Gründe dort vorkommen.

Zuerst ergeben die Beobachtungen folgende scheinbare Höhen, welche bei dem angenommenen Normal-Zustande statt finden, oder mit der Höhe von XI = 4′ 55″ zusammen gehören.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
1′ 45″	— 1′ 38″	— 0′ 51″	9′ 7″	1′ 19″	7′ 38″	8′ 33″	3′ 1″	2′ 13″	1′ 32″	4′ 55″

Bei der Vergleichung der Beobachtungen nehme ich nun statt der beobachteten Gegenstände andre an, deren Höhe bei gradlinigtem Fortgange des Lichtstrals mit der Höhe von IX einerlei = 2′ 13″ wäre; ich will diese erdichteten Gegenstände mit folgenden Namen bezeichnen:

den mit I und II gleich entfernten S,
den mit III gleich entfernten T,
den mit IV und V gleich entfernten U,
den mit X gleich entfernten W.

Die scheinbaren Höhen dieser Gegenstände müssen also auf ähnliche Weise wie vorhin bestimt werden.

50.

In den in der Folge mitzutheilenden Tabellen von Beobachtungen behalte ich die Höhe von IX ungeändert bei und, wo Beobachtungen von VI, VII, VIII vorkommen, leite ich auch aus diesen die scheinbaren Höhen von IX her und nehme aus allen das Mittel; alle andere Beobachtungen aber müssen noch nach Anleitung von §. 42. corrigirt werden. Bezeichnet nämlich a in Fig. 5. den Punct, wo sich das Auge bei der auf IX gerichteten Beobachtung befand, wenn die Stralen gradlinigt fortgingen, a b die unter einer Neigung von 2′ 13″ gezogne Linie, c die Stellung des Auges bei einer andern gleichzeitigen Beobachtung, c d die Neigung der nach diesem andern Gegenstande gezognen Gesichtslinie, so war bei diesen Beobachtungen für die verschiedenen Gegenstände:

	I.	II.	III.	IV.	V.	X.	IX, S, T, U, W.
a c = Oldenb. Zoll.	— 2¾.	— 5¼.	+ 10½.	+ 12½.	— 3.	+ 19¾.	
b d = Oldenb. Zoll.	1.	— 9¾.	— 22½.	15¼.	— ½.	— 22½.	
Correction =	+ 5″	— 49″	÷ 5′ 27″	+ 24″	— 1″	— 8′ 12″	
Corrigirte Höhen für den Normal-Zustand.	1′ 50″	— 2′ 27″	— 6′ 18″	9′ 31″	1′ 18″	— 6′ 40″	2′ 13″

Die Correctionen hätte ich für die Beobachtungen I, II, III, X kaum zu suchen nöthig gehabt, denn da bei so nahen Gegenständen die Abnahme der Größe nur wenig beträgt, so bedarf es so umständlicher Berechnung nicht, sondern ich werde bei I, III, X nur die beständigen Zahlen, bei I = 0′ 28″; bei III = 3′ 4″; bei X = 0′ 41″ addiren; bei II aber den Unterschied so abnehmen lassen, daß für

die scheinbare Höhe	der zu addirende Unterschied wird:
— 2′ 20″	3′ 53″
— 1′ 40″	3′ 51″
— 1′ 0″	3′ 49″
— 0′ 20″	3′ 46″

Es erfordert also blos die Höhe von U eine eigne Berechnung, die ich nach der Methode wie §. 42. anstelle, und hier nicht beifüge, wie die Höhe ausfiele, wenn man die scheinbare Größe, als in allen Theilen des Gegenstandes gleichförmig abnehmend ansähe.

M 2

Zusammengehörige Höhen.

Beobachtete Höhen. IV.		V.		Berechnete Höhen von U.	
8.'	50."	0.'	39."	1.'	37," 5.
9.	0.	0.	59.	1.	55, 5.
9.	5.	1.	12.	2.	7.
9.	10.	1.	23.	2.	17.
9.	20.	1.	40.	2.	32, 5.
9.	30.	1.	56.	2.	47.
9.	40.	2.	10.	3.	0, 5.
9.	50.	2.	23.	3.	13.
10.	0.	2.	36.	3.	25, 5.
10.	10.	2.	49.	3.	37, 5.
10.	20.	3.	2.	3.	50.
10.	30.	3.	14.	4.	2.
10.	40.	3.	26.	4.	13, 5.

51.

Aus den angestellten Beobachtungen ergeben sich nun folgende correspondirende Höhen der Gegenstände S, T, U, W und IX.

Gleichzeitige scheinbare Höhen ungleich entfernter Gegenstände.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen. IX.	S.	T.	U.	W.
Jun. 14.	11h 0'	1.' 11."	1.' 39."	' "	' "	' "
Jun. 11.	11. 48.		1. 42.		1. 15.	
Jun. 25.	2. 50.	1. 11. (1. 3 bis 1. 23)	1. 50, 5. (1. 45 bis 1. 56)	1. 44.	1. 26, 5.	2. 5.
Jun. 13.	7. 53. bis 8. 2.	1. 18. (1. 13 bis 1. 29)	1. 52.	1. 58.	1. 28, 5.	
Jun. 11.	11. 28. bis 11. 42.	1. 23.	2. 3. (1. 52 bis 2. 8)	2. 3. (1. 56 bis 2. 10)	1. 29.	
Jun. 16.	11. 32.	1. 27.	1. 57.	1. 46.	1. 44.	
Jun. 3.	8. 0. bis 8. 10.	1. 29. (1. 24 bis 1. 36)	1. 49.	2. 0.	1. 30.	2. 8.
Jun. 7.	8. 2. bis 8. 14.	1. 32.	2. 0.	2. 16.	1. 40, 5.	2. 26.

Zeit der Beobachtung. 1804.	Scheinbare Höhen.				
	IX.	S.	T.	U.	W.
Jun. 4. 8h 30' bis 9. 1.	1.' 36.'' (1.28 bis 1.47)	1.' 54,'' 5.	2.' 1.'' (1.37 bis 2.11)	1.' 35.''	2.' 1.''
Jun. 15. 8. 2. bis 8. 9.	1. 44. (1.32 bis 1.48)	2. 0,5.	1. 57.	1. 46,5.	
Jun. 12. 4. 53. bis 5. 4.	1. 46.	2. 3.	2. 0.	1. 49.	
Jun. 1. 8. 10. bis 8. 24	1. 57,5.	2. 8,5. (1.59 bis 2.12)		2. 3. (1.54 bis 2.11)	2. 10.
Jun. 6. 8. 0. bis 8. 23.	1. 57,5. (1.53 bis 2.8)	2. 9.	2. 17.	2. 7. (2.0 bis 2.11)	2. 13.
Jun. 4. 7. 35. bis 8. 3.	1. 58. (1.44 bis 2.6)	2. 6,5.	2. 14.	1. 56. (1.32 bis 2.15)	2. 9. (2.1 bis 2.19)
Jun. 6. 2. 2. bis 2. 14.	2. 0,5. (1.50 bis 2.23)	2. 5.	2. 16.	1. 59,5. (1.47 bis 2.10)	2. 15.
Jun. 9. 2. 5. bis 2. 36.	2. 3. (1.50 bis 2.24)	2. 17.	2. 28.	2. 19,5. (2.3 bis 2.29)	
Jun. 8. 10. 55.	2. 5.	2. 22.	2. 19.	2. 21.	
Jun. 14. 5. 35. bis 5. 58.	2. 6,5. (1.52 bis 2.14)	2. 10.	2. 3.	2. 14. (2.2 bis 2.23)	
Jun. 15. 7. 25. bis 7. 38.	2. 7. (2.1 bis 2.12)	2. 11,5.	1. 56. (1.51 bis 2.2)	2. 5.	
Jun. 12. 7. 42. bis 8. 8.	2. 10,5. (1.58 bis 2.24)	2. 20. (2.10 bis 2.24)	2. 12. (2.2 bis 2.20)	2. 17. (2.6 bis 2.32)	
Jun. 1. 11. 10. bis 11. 52.	2. 11,5. (2.6 bis 2.22)	2. 2. (1.44 bis 2.18)		2. 1. (1.28 bis 2.16)	2. 4. (1.55 bis 2.14)
Jun. 13. 5. 33. bis 5. 47.	2. 12. (2.5 bis 2.20)	2. 13.	2. 10.	2. 18.	
Jun. 25. 6. 27. bis 6. 33.	2. 13.	2. 13.	1. 54.	2. 16.	
Jun. 3. 5. 46. bis 6. 18.	2. 16. (2.2 bis 2.28)	2. 12,5.	2. 17.	2. 11. (1.54 bis 2.25)	2. 16.
Jun. 26. 5. 26. bis 5. 49.	2. 16. (2.8 bis 2.23)	2. 19.	2. 1.	2. 15,5.	
Jun. 4. 4. 33. bis 5. 0.	2. 16,5. (2.6 bis 2.43)	2. 13.		2. 22. (2.7 bis 2.33)	2. 19.
Jun. 5. 7. 2.	2. 18. (2.10 bis 2.23)	2. 5.	2. 21.	2. 15,5.	2. 14.
Jun. 25. 5. 48. bis 6. 0.	2. 20,5.	2. 19,5. (2.15 bis 2.26)	2. 4.	2. 20.	2. 24.

Zeit der Beobachtung. 1804.	Scheinbare Höhen. IX.	S.	T.	U.	W.
Jun. 1. 4h 54' bis 5. 15.	2.' 22." (2. 6 bis 2. 25)	2.' 12."	' "	2.' 19," 5.	2.' 26."
Jun. 6. 2. 25. bis 2. 41.	2. 22.	2. 17.	2. 30. (2. 24 bis 2. 36)	2. 17.	
Jun. 6. 4. 9. bis 4. 35.	2. 24, 5. (2. 8 bis 2. 33)	2. 21, 5.	2. 34.	2. 23.	2. 26.
Jun. 5. 8. 7.	2. 25. (2. 16 bis 2. 30)	2. 13, 5.	2. 23.	2. 19.	
Jun. 26. 5. 18.	2. 28, 5.	2. 30.	2. 10.	2. 20.	2. 40.
Jun. 2. 8. 45. bis 9. 12.	2. 29. (2. 24 bis 2. 35)	2. 18.	2. 25.	2. 24, 5.	2. 0.
Jun. 11. 4. 25. bis 4. 52.	2. 31, 5. (2. 21 bis 2. 40)	2. 24.	2. 20.	2. 30, 5.	2. 36.
Jun. 13. 6. 1. bis 6. 20.	2. 32. (2. 25 bis 2. 38)	2. 19, 5.	2. 16.	2. 33, 5. (2. 30 bis 2. 42)	
Jun. 1. 5. 37.	2. 33, 5. (2. 22 bis 2. 45)	2. 22.		2. 35, 5.	
Jun. 5. 7. 13. bis 7. 40.	2. 34. (2. 24 bis 2. 38)	2. 21.	2. 24.	2. 33, 5. (2. 22 bis 2. 38)	
Jun. 14. 6. 21. bis 6. 29.	2. 34.	2. 22.	2. 7.	2. 34.	
Jun. 4. 5. 32. bis 5. 58.	2. 37, 5. (2. 23 bis 2. 54)	2. 22.		2. 33. (2. 24 bis 2. 39)	2. 18.
Juli. 2. 6. 13. bis 6. 23.	2. 37, 5.	2. 24.	2. 1.	2. 31.	2. 32.
Jun. 16. 5. 50.	2. 38, 5. (2. 32 bis 2. 45)	2. 20.	2. 0.	2. 30.	2. 36.
Jun. 2. 1. 34. bis 2. 11.	2. 39.	2. 18, 5. (2. 12 bis 2. 27)	2. 32.	2. 39.	1. 15. (2. 7 bis 2. 22)
Mai. 31. 4. 50. bis 5. 11.	2. 39, 5. (2. 29 bis 2. 46)	2. 32.		2. 37.	
Jun. 2. 6. 5. bis 6. 22.	2. 42.	2. 21, 5.	2. 32.	2. 38, 5.	2. 15.
Mai. 31. 1. 15. bis 2. 25.	2. 43, 5.	2. 35.		2. 26, 5.	
Jun. 4. 5. 20.	2. 45.	2. 32.		2. 40, 5.	2. 13.
Jun. 11. 6. 35. bis 6. 53.	2. 46.	2. 32, 5.	2. 30.	2. 38.	
Jun. 25. 6. 20.	2. 46.	2. 33.	2. 6.	2. 39, 5.	2. 25.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen. IX.	S.	T.	U.	W.
Jun. 3.	7h 2′ bis 7. 14.	2.′ 47.″	2.′ 33.″	2.′ 24.″	2.′ 43.″	′ ″
Jun. 16.	5. 57. bis 6. 9.	2. 47,5.	2. 32.	2. 17.	2. 40,5.	2. 35.
Jun. 13.	6. 32. bis 6. 45.	2. 49,5.	2. 27,5.	2. 25.	2. 43,5.	
Jun. 14.	6. 35. bis 6. 52.	2. 50. (2. 42 bis 3. 1)	2. 28,5.	2. 14.	2. 44.	
Jun. 9.	6. 6.	2. 58.	2. 24.	2. 17.	2. 41.	2. 27.
Juli. 2.	6. 49. bis 6. 57.	2. 58.	2. 38.	2. 14.	2. 49.	2. 32.
Jun. 6.	4. 59. bis 5. 23.	2. 59.	2. 36.	2. 43.	2. 50.	2. 31.
Mai. 26.	6. 0. bis 6. 10.	3. 0. (2. 54 bis 3. 9)	2. 41.	2. 39.	2. 44.	
Jun. 5.	4. 37. bis 5. 1.	3. 1,5.	2. 31.	2. 34.	2. 52.	2. 21.
Jun. 4.	6. 20. bis 6. 32.	3. 4.	2. 33,5.		2. 50.	2. 25.
Jun. 12.	7. 20. bis 7. 44.	3. 5. (3. 2 bis 3. 13)	2. 35,5.	2. 20.	2. 52.	
Jun. 6.	6. 3. bis 6. 30.	3. 7,5.	2. 41.	2. 45.	2. 54.	
Jun. 9.	6. 18. bis 6. 28.	3. 7,5.	2. 35.	2. 28.	2. 56.	2. 30.
Jun. 9.	7. 6. bis 7. 17.	3. 8.	2. 31,5.	2. 23.	2. 55.	2. 27.
Jun. 14.	7. 0. bis 7. 13.	3. 9.	2. 38.	2. 15.	2. 58.	
Jun. 14.	7. 5. bis 7. 13.	3. 12,5.	2. 36.	2. 31.	3. 3,5.	
Jun. 12.	7. 53. bis 8. 21.	3. 17,5. (3. 15 bis 3. 28)	2. 41,5.	2. 29.	3. 1.	
Mai. 31.	6. 12. bis 6. 35.	3. 17,5. (3. 12 bis 3. 23)	2. 37.		2. 58.	
Jun. 4.	7. 20. bis 7. 46.	3. 18.	2. 38,5.		2. 59,5.	2. 27.
Jun. 25.	7. 10. bis 7. 17.	3. 22.	2. 38,5.	2. 18.	2. 59,5.	2. 30.

Zeit der Beobachtung. 1804.	Scheinbare Höhen. IX.	S.	T.	U.	W.
Jun. 14. 7h 19' bis 7. 27.	3.' 27.''	2.' 44.' 5.	2.' 19.''	3.' 10.'' 5.	' ''
Jun. 8. 7. 30. bis 7. 46.	3. 39. (3. 23 bis 3. 35)	2. 33.	2. 49.	3. 4, 5.	
Jun. 8. 7. 53. bis 8. 2.	3. 32.	2. 39.	2. 45.	3. 8.	
Mai. 26. 6. 42. bis 7. 20.	3. 33. (3. 24 bis 3. 50)	2. 51.	2. 49.	3. 8.	
Jun. 13. 7. 21. bis 7. 32.	3. 34. (3. 24 bis 3. 45)	2. 45, 5.	2. 34.	3. 16.	
Jun. 25. 7. 27. (*)	3. 38, 5.	2. 49.	2. 23.	3. 16.	2. 31.
Jun. 14. 7. 33. bis 7. 40. (*)	3. 45. (3. 33 bis 3. 56)	2. 52.	2. 30.	3. 28, 5. (3. 20 bis 3. 41)	
Jun. 13. 7. 40. bis 7. 49.	3. 46.	2. 51.	2. 34.	3. 31.	
Jun. 25. 7. 35. (*)	4. 8, 5.	3. 6.	2. 25.	3. 42.	2. 39.
Jun. 25. 8. 0. bis 8. 13.	4. 28. (4. 6 bis 4. 50)	3. 4.	2. 27.	3. 50. (3. 34 bis 4. 14)	2. 50. (2. 40 bis 3. 6)
Jun. 14. 7. 50. bis 7. 56. (*)	4. 29. (4. 16 bis 4. 38)	3. 8.	2. 39. (2. 30 bis 2. 49)	3. 59. (3. 46 bis 4. 10)	
Jun. 25. 7. 40. bis 7. 46.	4. 44. (4. 40 bis 4. 54)	3. 17.	2. 45.	3. 59.	3. 35.
Jun. 14. 8. 4. bis 8. 11.	5. 3, 5. (4. 45 bis 5. 16)	3. 34.	2. 54. (2. 44 bis 3. 6)	4. 20. (4. 7 bis 4. 33)	3. 13.
Jun. 25. 7. 40.	5. 8, 5.	3. 31.	2. 49.	4. 33, 5.	3. 28.

52.

Es gehören also hiernach folgende scheinbare Höhen zusammen.

Correspondirende scheinbare Höhen.

des Gegenstandes IX. welcher 14700 p. F. entfernt ist.	des Gegenstandes U. welcher 9300 p. F. entfernt ist.	des Gegenstandes S. welcher 3100 p. F. entfernt ist.	des Gegenstandes T. welcher 1080 p. F. entfernt ist.	des Gegenstandes W. welcher 750 p. F. entfernt ist.
1.' 10.''	1.' 22.''	1.' 49.''	1.' 51.''	' ''
1. 20.	1. 29.	1. 52.	1. 54.	2. 4.
1. 30.	1. 36.	1. 55.	1. 57.	2. 6.
1. 40.	1. 44 ½	1. 59.	2. 0.	2. 8.

des Gegenstandes IX. welcher 14700 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes U. welcher 9300 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes S. welcher 3100 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes T. welcher 1080 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes W. welcher 750 p. F. entfernt ist.	
1.′	50.″	1.′	53.″	2.′	3.″	2.′	3.″	2.′	11.″
2.	0.	2.	2.	2.	7.	2.	7.	2.	15.
2.	10.	2.	11.	2.	12.	2.	12.	2.	19.
2.	20.	2.	20.	2.	17.	2.	16.	2.	22.
2.	30.	2.	28.	2.	21.	2.	19.	2.	25.
2.	40.	2.	35.	2.	26.	2.	22.	2.	27.
2.	50.	2.	43.	2.	30.	2.	24.	2.	28.
3.	0.	2.	50.	2.	34.	2.	26.		
3.	10.	2.	57.	2.	38.	2.	29.		
3.	20.	3.	3.	2.	41.	2.	31.		
3.	30.	3.	10.	2.	44.	2.	33.		
3.	40.	3.	17.	2.	48.	2.	35.		
3.	50.	3.	23.	2.	51.	2.	37.		
4.	0.	3.	29.	2.	54.	2.	38.		

Diese Reihen stimmen zwar, wenn man sie weiter fortsezt, mit denjenigen Beobachtungen, wo IX mehr als 4 Min. hoch erschien, nicht gut überein, aber bei dem zu solcher Zeit statt findenden schnellen und ungleichen Wechsel der Refraction läßt sich auch keine große Uebereinstimmung der Beobachtungen unter einander erwarten. Die Reihe für die Höhen von W habe ich nicht gewagt weiter fortzusetzen, da die nicht zahlreichen und nicht genauen Beobachtungen keine sichre Angaben für größre Höhen zu erlauben schienen. Die sehr großen Höhen von 3⅔ Min. unter welchen dieser Gegenstand, den Beobachtungen zu Folge erschienen sein soll, wenn die Höhe von IX etwa = 5 Min. war, passen in diese Reihe nicht; ich vermuthe indeß, daß dieses nicht von Fehlern der Beobachtung allein, sondern von einem besondern Umstande herrühren mag, der wol einer nähern Untersuchung werth wäre. Bei den Beobachtungen nämlich, wo der Gegenstand X so sehr hoch erschien, mußte das Auge sehr nahe zur Erde herabgebracht werden, welches bei keiner der übrigen Beobachtungen der Fall war: sollte es also nicht wahrscheinlich sein, daß die mit Thau erfüllte Schicht von Luft, die sich etwa bis zu 3 Fuß Höhe über der Erde erstrecken konte, eine verstärkte Brechung bewirkte, die zu andrer Zeit und bei den übrigen Gegenständen nicht merklich war?

Uebrigens sieht man, daß die Höhe von W nicht ganz richtig angenommen ist, sondern etwa 7 Sec. vermindert werden muß: dieses rührt von einer fehlerhaften Bestimmung der

in §. 49. für den Normal-Zustand gefundnen Höhe her; welche aus einer zu geringen Anzahl von Beobachtungen bestimt worden ist.

53.

Im Allgemeinen stimt das Resultat dieser Beobachtungen mit den vorhin betrachteten überein. Bei gleichförmig wachsender Höhe des entferntern Gegenstandes nimmt die scheinbare Höhe der näher liegenden ungleichförmig zu, und die Zunahme der Höhe der leztern ist um die Zeit am größesten, wenn der Lichtstral gradlinigt fortgeht. Der Grund hievon läßt sich auch wol einsehn. Denken wir uns nämlich (Fig. 7.) die Gegenstände Y und Z als in einerlei Richtung liegend, so geht, bei gradlinigter Bahn des Lichtstrals, der von Z zum Auge kommende Lichtstral selbst an Y vorbei; bei einer geringen Brechung also erscheint Z nur darum über Y erhoben, weil der Lichtstral in dem ersten Theile seines Weges etwas gebrochen ward, im lezten Theile seines Weges aber beträgt seine Krümmung nicht erheblich mehr als die Krümmung des von Y kommenden Strals; dieses verhält sich hingegen anders bei starker Refraction; denn da alsdann der Lichtstral Z b A hoch über Y weggeht, so muß er auch von b an noch mehrere ungleich dichte Luft-Schichten durchlaufen, als der von Y ausgehende, und folglich wird auch der Bogen b A viel mehr gekrümt, als Y A, und die Höhe von Z nimt in größerm Verhältniß zu, als die von Y.

Es wäre nun noch das Gesetz aufzusuchen, wie die Aenderung der scheinbaren Höhe von der Entfernung abhängt; aber wenn man in §. 52. die Variationen von IX und U mit denen von Z und Y in §. 45. vergleicht, so sieht man, daß es hiebei auch auf die Höhe der ungleich entfernten Gegenstände ankömt, welches sich freilich auch im Voraus vermuthen ließ. Um also der Untersuchung noch mehrere Festigkeit zu geben, wird es gut sein, wenn ich zu den bisherigen Vergleichungen noch eine hinzufüge, um die correspondirenden Höhen höherer, aber mit Z und Y gleich entfernter Gegenstände zu bestimmen.

(Vergleichung der Beobachtungen IV, VI und VII.

54.

Da die Gegenstände IV und VII beträchtlich höher sind, als die vorhin betrachteten erdichteten Gegenstände Y und Z, so können sie sehr gut zu der oben erwähnten Untersuchung dienen, und wir erhalten dann Gelegenheit Vergleichungen anzustellen zwischen den correspondirenden Höhen niedriger Gegenstände IX und U, hoher Gegenstände VII und R, und mittlerer Z und Y. Bei dieser Vergleichung werde ich die Beobachtungen von V und von VIII

und IX nicht zu Rathe ziehen, weil bei der hinlänglichen Genauigkeit der auf IV, VI und VIII gerichteten Beobachtungen die mühsame Vergleichung jener wol erspart werden kann. Statt des Gegenstandes IV nehme ich einen andern, mit jenem gleich entfernten R an, dessen scheinbare Höhe mit der von VII einerlei ist, wenn die Lichtstralen gradlinigt fortgehn. Um die Höhen von R zu bestimmen, bedarf es eben keiner umständlichen Rechnung, denn da die scheinbare Größe eines so hoch über dem Horizonte liegenden Gegenstandes sich nur wenig ändert, so kann man den Höhen-Unterschied von IV und R beinahe als constant annehmen. Nach §. 42. würden ohngefehr zusammen gehören:

Scheinbare Höhen

von IV.	von R.
8.′ 50.″	8.′ 15,″ 5.
9. 7.	8. 33.
10. 0.	9. 27.

Gleichzeitige scheinbare Höhen.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen. VII.		R.	
Jun. 25.	2h 50.′	8.′	1.″ (7. 55 bis 8. 7.)	8.′	12.″
Jun. 13.	7. 53 bis 8. 2.	8.	3.	8.	11.
Jun. 11.	11. 28 bis 11. 42.	8.	7.	8.	8.
Jun. 3.	8. 0 bis 8. 10.	8.	8.	8.	8.
Jun. 7.	8. 2 bis 8. 14.	8.	11.	8.	16.
Jun. 16.	11. 32.	8.	11.	8.	22.
Jun. 12.	4. 53 bis 5. 4.	8.	20.	8.	22.
Jun. 15.	8. 2 bis 8. 9.	8.	20.	8.	23.
Jun. 6.	8. 0 bis 8. 23.	8.	25.	8.	33.
Jun. 1.	8. 10 bis 8 24.	8.	26.	8.	25.
Jun. 6.	2. 2 bis 2. 14.	8.	28. (8. 23 bis 8. 40.)	8.	28.
Jun. 9.	2. 5 bis 2. 36.	8.	28.	8.	40.
Jun. 14.	5. 35 bis 5. 58.	8.	30. (5. 23 bis 8. 35.)	8.	35. (8. 29 bis 2. 40.)
Jun. 1.	11. 10 bis 11. 52.	8.	32.	8.	28. (8. 20 bis 8. 25.)

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen. VII.		R.	
Jun. 8.	10h 55.′	8.′	32.″	8.′	42.″
Jun. 26.	5. 26 bis 5 49.	8.	32.	8.	36.
Jun. 12.	7. 42 bis 8. 8.	8.	33. (8. 29 bis 8. 41.)	8.	37. (8. 32 bis 8. 46.)
Jun. 13.	5. 33 bis 5. 47.	8.	33.	8.	35.
Jun. 15.	7. 25 bis 7. 38.	8.	33.	8.	31.
Jun. 25.	6. 27 bis 6. 33.	8.	34.	8.	38.
Jun. 3.	5. 46 bis 6. 18.	8.	36. (8. 28 bis 8. 43.)	8.	33. (8. 25 bis 8. 41.)
Jun. 25.	5. 48 bis 6. 0.	8.	36.	8.	40.
Jun. 1.	4. 54 bis 5. 15.	8.	37. (8. 31 bis 8. 42.)	8.	35.
Jun. 5.	7. 2.	8.	37.	8.	34.
Mai. 26.	8. 0 bis 9. 0.	8.	38. (8. 25 bis 8. 51.)	8.	29. (8. 10 bis 8. 49.)
Jun. 4.	4. 33 bis 5. 0.	8.	38. (8. 33 bis 8. 52.)	8.	38. (8. 31 bis 8. 47.)
Jun. 1.	5. 37.	8.	39.	8.	48.
Jun. 5.	8. 7.	8.	40.	8.	35.
Jun. 6.	2. 25 bis 2. 41.	8.	40.	8.	35.
Jun. 6.	4. 9 bis 4 35.	8.	40. (8. 34 bis 8. 46.)	8.	41.
Jun. 26.	5. 18.	8.	42.	8.	37.
Jun. 2.	8. 45 bis 9. 12.	8.	45.	8.	41.
Jun. 5.	7. 13 bis 7. 40.	8.	45.	8.	49.
Jun. 13.	6. 1 bis 6. 20.	8.	45.	8.	45.
Jun. 14.	6. 21 bis 6. 29.	8.	45.	8.	47.
Jun. 11.	4. 25 bis 4. 52.	8.	46.	8.	46.
Juli. 2.	6. 13 bis 6. 23.	8.	48.	8.	42.
Jun. 4.	5. 32 bis 5. 58.	8.	49. (8. 40 bis 8. 59.)	8.	49.
Mai. 31.	4. 50 bis 5. 11.	8.	50.	8.	49.
Jun. 2.	1. 34 bis 2. 11.	8.	50.	8.	53.
Mai. 31.	1. 15 bis 2. 25.	8.	51.	8.	42.
Jun. 2.	6. 5 bis 6. 22.	8.	51.	8.	50.
Jun. 16.	5. 50.	8.	52.	8.	44.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen. VII.		Scheinbare Höhen. R.	
Jun. 3.	7h 2′ bis 7h 14.′	8.′	53.″	8.′	53.″
Jun. 4.	5. 20.	8.	53.	8.	50.
Jun. 25.	6. 20.	8.	53.	8.	51.
Jun. 11.	6. 35 bis 6. 53.	8.	54.	8.	50.
Jun. 13.	6. 32 bis 6. 45.	8.	55.	8.	52.
Jun. 14.	6. 35 bis 6. 52.	8.	56.	8.	54.
Jun. 16.	5. 57 bis 6. 9.	8.	56.	8.	50.
Juli. 2.	6. 49 bis 6. 57.	8.	59.	8.	58.
Mai. 26.	6. 0 bis 6. 10.	9.	2.	8.	54.
Jun. 6.	4. 59 bis 5. 23.	9.	3.	8.	58.
Jun. 9.	6. [illegible]	9.	3.	8.	52.
Jun. 5.	4. 37 bis 5. 1.	9.	4.	9.	0.
Jun. 12.	7. 20 bis 7. 44.	9.	5.	8.	59.
Jun. 9.	7. 6 bis 7. 17.	9.	6.	9.	3.
Jun. 9.	6. 18 bis 6. 28.	9.	7.	8.	59.
Jun. 14.	7. 0 bis 7. 13.	9.	7.	9.	5.
Jun. 4.	6. 20 bis 6. 32.	9.	8.	9.	0.
Jun. 6.	6. 3. bis 6. 30.	9.	8.	9.	2.
Mai. 31.	6. 12 bis 6. 35.	9.	10.	9.	4.
Jun. 13.	7. 5 bis 7. 13.	9.	10.	9.	6.
Jun. 12.	7. 53 bis 8. 21.	9.	12.	9.	6.
Jun. 4.	7. 20 bis 7. 46.	9.	15.	9.	6.
Jun. 25.	7. 10 bis 7. 17.	9.	15.	9.	6.
Jun. 14.	7. 19 bis 7. 27.	9.	20.	9.	16.
Jun. 8.	7. 30 bis 7. 46.	9.	21.	9.	9.
Mai. 26.	6. 42 bis 7. 20.	9.	22.	9.	13.
Jun. 8.	7. 53 bis 8. 2.	9.	24.	9.	13.
Jun. 13.	7. 21 bis 7. 32.	9.	25.	9.	16.
Jun. 13.	7. 40 bis 7. 49.	9.	34.	9.	29.
Jun. 25.	7. 27.	9.	38.	9.	28. (*)
Jun. 14.	7. 33 bis 7. 40.	9. (9. 33 bis 9. 52.)	42.	9. (9. 31 bis 9. 48.)	39. (*)
Jun. 25.	7. 35.	9.	59.	9.	52. (*)
Jun. 25.	8. 0 bis 8. 13.	10. (9. 53 bis 10. 22.)	3.	9. (9. 49 bis 10. 8.)	56.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen.			
		VII.		R.	
Jun. 25.	7h 40′ bis 7h 46.′	10.	13.	9.′	55.″
Jun. 14.	7. 50 bis 7. 56.	10.	14.	10.	7. (*)
Jun. 14.	8. 4 bis 8. 11.	10. (10. 17 bis 10. 39.)	28.	10. (10. 10 bis 10. 27.)	19.
Jun. 25.	7. 53.	10.	31.	10.	24.

55.

Das Resultat dieser Beobachtungen ist folgendes:

Correspondirende scheinbare Höhen.

des Gegenstandes VII. welcher 14700 p. F. entfernt ist.		des Gegenstandes R. welcher 9300 p. F. entfernt ist.	
8.′	0.″	8.′	8.″
8.	10.	8.	16.
8.	20.	8.	24.
8.	30.	8.	32.
8.	40.	8.	40.
8.	50.	8.	48.
9.	0.	8.	56.
9.	10.	9.	4.
9.	20.	9.	12.
9.	30.	9.	20.

Bei so hohen Gegenständen erfolgt also die Aenderung der scheinbaren Höhen beinahe gleichförmig, und die correspondirenden Variationen verhalten sich beinahe, wie die Quadratwurzeln der Entfernungen.

IV. Versuch

aus den bisherigen Resultaten allgemeine Schlüsse abzuleiten.

56.

Die bisherigen, unmittelbar aus den Beobachtungen fließenden Folgerungen haben uns zwar der Beantwortung der Hauptfrage, auf welche es hier ankömt, um einen Schritt

näher gebracht, aber dennoch geben sie so unmittelbar noch nicht an, wie man allgemein die scheinbare Höhe jedes gegebnen Gegenstandes bestimmen könne, wenn für dieselbe Zeit die scheinbare Höhe irgend eines bekanten Gegenstandes gegeben ist. Um diese Frage ganz vollständig zu beantworten, mögten auch die Beobachtungen für sich allein, wol nicht ganz hinreichen. Jede Beobachtung lehrt doch, genau betrachtet, immer nur, was in einem einzelnen Falle statt findet, und je weiter man in einer Reihe von Schlüssen sich von der einfachen Aussage der Beobachtung entfernt, je mehr man vom einzelnen Falle zum Allgemeinen überzugehn sucht, desto mehr geräth man in Gefahr, Fehlschlüsse zu machen und in Irthümer zu verfallen.

Diese Ueberlegungen bestimmen mich: hier nur kurz dasjenige mitzutheilen, was als allgemeines Gesetz aus den Beobachtungen zu folgen scheint, die vollständige Untersuchung aber bis dahin aufzuschieben, wo ich unter der Leitung einer mathematisch bestimmten Theorie die Beobachtungen mit mehr Sicherheit zu benutzen im Stande sein werde.

57.

Die Resultate der Beobachtungen, welche auf die Gegenstände gerichtet waren, deren Entfernung 14700 und 9300 Fuß betrug, sind wegen ihrer Vollständigkeit am meisten geschickt, um weitere Folgerungen auf sie zu gründen. Doch ehe ich zu diesen Folgerungen fortgehe, muß ich noch einen Umstand in Rücksicht der richtigen Angabe der Entfernung anführen, der zwar hier von geringerer, bei den sehr nahen Gegenständen aber von großer Wichtigkeit ist. Die Beobachtungen in §. 51 und 52. zeigen, daß man keinesweges berechtigt ist, den von der Spitze f (Fig. 1.) des zweiten Signals zum Auge kommenden Stral als grade zu betrachten, und hieraus folgt, wenn in Fig. 7. Y die Spitze dieses Signals und A das Auge vorstellt, daß die Richtung der Sehne AY weder in A noch in Y genau mit der Richtung des Lichtstrals übereinstimt. Die in den Beobachtungen angegebne scheinbare Höhe aber ist grade die Richtung dieser Sehne, und diese Angabe paßt also, wenn man die Sache genau nimt, weder für den Punct A noch Y, sondern für denjenigen Punct B, wo der Lichtstral der Sehne parallel ist; diesen Punct B können wir als in der Mitte zwischen beiden liegend betrachten, und dann sind folgendes die Entfernungen der verschiednen beobachteten und fingirten Gegenstände, von diesem Puncte B.

XI = 27600 paris. Fuß;

VI, VII, VIII, IX, Z, welche ich als gleich entfernt annehme = 15200 par. Fuß;

IV, V, Y, R, U = 9800 par. Fuß;

I, II, S = 3600 par. Fuß;
III, T = 1580 par. Fuß;
X, W = 1250 par. Fuß.

Die Resultate der auf IV, V, VI, VII, VIII, IX gerichteten Beobachtungen lassen sich nun nach §. 45, 52, 55. in folgender Tabelle darstellen, wenn man dabei die in §. 43. angegebnen correspondirenden Höhen von VII, IX, Z zu Rathe zieht, und sich erinnert, daß man nun überall die corrigirten Höhen gebrauchen muß.

Correspondirende scheinbare Höhen.

der Gegenstände, welche 15200 parif. Fuß entfernt sind.			der Gegenstände, welche 9800 parif. Fuß entfernt sind.		
VII.	Z.	IX.	R.	Y.	U.
8.′ 20.″	4.′ 15.″	1.′ 9.″	8.′ 26.″	4.′ 25.″	1.′ 18.″
8. 30.	4. 28.	1. 26.	8. 34.	4. 34.	1. 31.
8. 40.	4. 42.	1. 44.	8. 42.	4. 44.	1. 47.
8. 50.	4. 56.	2. 3.	8. 50.	4. 56.	2. 4.
9. 0.	5. 9.	2. 21.	8. 58.	5. 7.	2. 19.
9. 10.	5. 22.	2. 37.	9. 6.	5. 18.	2. 31.
9. 20.	5. 34.	2. 53.	9. 14.	5. 28.	2. 42.
9. 30.	5. 46.	3. 9.	9. 22.	5. 38.	2. 53.
9. 40.	5. 58.	3. 24.	9. 30.	5. 47.	3. 3.
9. 50.	6. 10.	3. 38.	9. 38.	5. 57.	3. 12.
10. 0.	6. 22.	3. 52.		6. 7.	3. 21.
10. 10.	6. 34.	4. 6.		6. 17.	
10. 20.	6. 45.	4. 20.		6. 26.	

Die hier angebrachten Correctionen sind folgende. Die Höhen von VII sind mit + 16″; von IX mit — 9″ corrigirt, und Z ist alsdann nach §. 43. ungeändert beibehalten; nun hätte auch R um + 16″ geändert werden müssen, da aber die Reihe §. 55. einer besondern Correction von — 1″ bedarf, um bei dem Normal-Zustande mit VII überein zu kommen, so ist die Correction nur + 15″; bei U aber — 9″; endlich ist Y um + 2 Sec. corrigirt, wovon ich schon in §. 45. den Grund angeführt habe. Uebrigens stimmen die Reihen für R, Y, U nicht genau mit der Regel des 42. §. überein, aber es ist auch leicht einzusehn, daß bei so mannigfaltigen Reductionen und nach einer so zusammengesetzten Reihe von Folgerungen eine völlige Uebereinstimmung beinahe unmöglich ist.

58.

Um nun weitere Anwendungen von diesen Resultaten zu machen, und daraus die scheinbare Höhe jedes gegebnen Gegenstandes herzuleiten, müßten wir eine Regel, wie die Größe der Variationen von den Entfernungen der Gegenstände abhänge, aufzufinden suchen. Und eine solche Regel bietet sich bei den Reihen VII und R fast von selbst dar; denn hier haben die Variationen (wenigstens sehr nahe) das beständige Verhältniß 5 : 4, welches mit dem Verhältnisse der Quadratwurzeln genau einerlei ist, indem

$$\sqrt{15200} : \sqrt{9806} = 1233 : 990 = 4,98 : 4.$$

Auch die Reihen Z, Y zeigen eine Annäherung an dieses Verhältniß, obgleich hier die Variationen nicht immer einerlei Verhältniß behalten. Ich glaube daher nicht zu irren, wenn ich allgemein bei sehr hohen Gegenständen die gleichzeitigen Aenderungen der scheinbaren Höhe, der Quadratwurzel der Entfernungen proportional ansetze, und hiernach die jedesmalige scheinbare Höhe von Gegenständen berechne, die bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen 8′ 50″ hoch erscheinen und mit XI, I, III gleich entfernt sind: ich nenne diese Gegenstände M, O, P und berechne dann aus den Höhen von M und XI die Höhen eines dritten eben so entfernten Gegenstandes N nach der Regel des 42. §. Die folgende Tabelle enthält diese berechneten Höhen; die Höhen von S und T sind darin dem 52. §. gemäß aus IX hergeleitet, aber, wie es erforderlich war, um — 9 Sec. corrigirt.

Correspondirende scheinbare Höhen.

eines Gegenstandes, welcher 15200 par. F. entfernt ist.	der Gegenstände, welche 27600 par. Fuß entfernt sind.			der Gegenstände, welche 3600 par. Fuß entfernt sind.		der Gegenstände, welche 1580 par. Fuß entfernt sind.	
VII.	M.	XI.	N.	O.	S.	P.	T.
8.′ 20.″	8.′ 9.″	4.′ 6.″	0.′ 59.″	8.′ 35.″	1.′ 42.″	8.′ 40.″	1.′ 41.″
8. 30.	8. 23.	4. 23.	1. 20.	8. 40.	1. 48.	8. 44.	1. 49.
8. 40.	8. 36.	4. 40.	1. 42.	8. 45.	1. 55.	8. 47.	1. 55.
8. 50.	8. 50.	4. 57.	2. 3.	8. 50.	2. 4.	8. 50.	2. 4.
9. 0.	9. 3.	5. 12.	2. 21.	8. 55.	2. 12.	8. 53.	2. 10.
9. 10.	9. 17.	5. 28.	2. 40.	9. 0.	2. 19.	8. 56.	2. 14.
9. 20.	9. 30.	5. 45.	3. 1.	9. 5.	2. 26.	9. 0.	2. 18.
9. 30.	9. 44.	6. 2.	3. 23.	9. 9.	2. 31.	9. 3.	2. 22.
9. 40.	9. 57.	6. 19.	3. 45.	9. 14.	2. 36.	9. 6.	2. 25.
9. 50.	10. 11.	6. 37.	4. 8.	9. 19.	2. 41.	9. 9.	2. 27.
10. 0.	10. 24.	6. 54.	4. 31.	9. 24.	2. 45.	9. 12.	2. 29.
10. 10.	10. 38.	7. 12.	4. 54.	9. 29.			
10. 20.	10. 51.	7. 29.	5. 16.				

Wenn man nun diese und die vorige Tabelle als richtig annimt, so würde es eben nicht schwer sein, durch Interpolation zu bestimmen, wie die scheinbare Höhe irgend eines Gegenstandes, der in anderer Entfernung liegt, sich ändern müßte, während die beobachteten Gegenstände sich in bestimmten scheinbaren Höhen zeigten. Hiedurch würde man dann auch umgekehrt in Stand gesezt, aus der irgend einmal beobachteten scheinbaren Höhe eines Gegenstandes von gegebner Entfernung seine wahre Höhe zu bestimmen, wenn zu gleicher Zeit die scheinbare Höhe eines andern bekanten Gegenstandes gegeben ist. Folgendes Beispiel, wo es keiner sehr umständlichen und künstlichen Interpolation bedarf, wird dieses erläutern. Ein Gegenstand, welcher 12100 pariser Fuß entfernt ist, erscheint 5′ 0″ über dem scheinbaren Horizonte zu eben der Zeit, da der Gegenstand VII, 9′ 30″ hoch erscheint: man sucht die wahre Höhe jenes Gegenstandes? —

Um diese Aufgabe aufzulösen, will ich zuerst bestimmen, wie hoch zur Zeit dieser Beobachtung zwei andre, ebenfalls 12100 par. F. entfernte Gegenstände erscheinen müßten, deren scheinbare Höhen bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen mit VII und mit Z überein stimten. Die Quadratwurzeln der Entfernungen bis zu dem unbekanten Gegenstande und bis VII oder Z verhalten sich, wie 110 zu 123,3; ein Gegenstand also in 12100 F. Entfernung, der bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen mit VII gleich hoch, nämlich = 8′ 50″ hoch erschiene, wird jezt = bis 8′ 50″ + 40″ $(\frac{1100}{1233})$ = 9′ 26″ hoch sein. Die jezt statt findende scheinbare Höhe eines zweiten Gegenstandes, der beim Normalzustande = 4′ 56″ hoch ist, läßt sich ebensalls ziemlich genau aus dem Verhältnisse der Quadratwurzeln der Entfernungen berechnen. Da nämlich die mit VII = 9′ 30″ zusammengehörige Höhe von Z = 5′ 46″ ist, oder = 50″ über der Normalhöhe, so hat man für den mit Z übereinstimmenden Gegenstand, in 12100 F. Entfernung die jezige Höhe ohngefehr = 4′ 56″ + 50″ $(\frac{1100}{1233})$ = 5′ 44½.″ Diese Höhe ist aber nicht genau, weil bei so niedrigen Gegenständen die Variationen nicht genau dasselbe Verhältniß der Wurzeln aus den Entfernungen befolgen: um sie genauer zu bestimmen, will ich sie auch noch aus der Höhe von Y herleiten. Die Entfernungen des Gegenstandes Y und des unbekanten verhalten sich, wie 98 : 121, also die Wurzeln, wie 99 : 110; die jezt statt findende (aus der Höhe von VII abgeleitete) Höhe von Y ist = 5′ 38″ also die gesuchte Höhe = 4′ 56″ + 42″ $(\frac{110}{99})$ = 5′ 42½″. Diese beiden Bestimmungen, die aus Z und Y hergeleitet worden, weichen also nur 2 Sec. von einander ab, und das Mittel 5′ 43½″ wird der Wahrheit sehr nahe kommen. Ich nehme daher an, daß diese beiden Gegenstände, welche bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen 8′ 50″ und 4′ 56″ hoch erschienen, sich jezt 9′ 26″ und 5′ 43½″ hoch zeigen, und nun läßt sich aus §. 42. die eigent-

liche Höhe desjenigen Gegenstandes finden, der jezt 5′ 0″ hoch erscheint. Man hat nämlich nun für diese 12100 F. entfernten Gegenstände in §. 42.

$$a - 24.b = 47\tfrac{1}{2}'';$$
$$a - 49.b = 36.'' \quad \text{also}$$

$a = 58\frac{1}{2}''$; $b = \frac{23}{50}''$; und man findet nun leicht, daß der beobachtete Gegenstand 4′ 10″ hoch erscheinen mußte, wenn die Lichtstralen grade fortgehn, denn mit dieser Höhe gehört in §. 42. die Aenderung $= a - 18\ b$ zusammen und nach den eben gefundnen Werthen von a und b ist

$$4'\ 10'' + a - 18.b = 5'\ 0\tfrac{1}{4}.''$$

die wahre Höhe über dem Horizonte des Auges ließe sich nun leicht berechnen.

Diese Angabe der bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen statt findenden scheinbaren Höhe kann nun freilich wol noch um 2 oder 3 Sec. fehlerhaft sein; aber dies gibt in der wahren Höhe nur 2 Zoll Fehler und selten mag wol die Beobachtung selbst so genau sein, daß man für solche Kleinigkeiten bürgen könte. Selbst mit dem besten Nivellir-Instrumente scheint es kaum möglich bei einer einzelnen Beobachtung vor einem Fehler von 1 oder 2 Sec. sich zu sichern, aber allerdings kann man diese und selbst noch größere Genauigkeit erlangen, wenn man die Beobachtung öfter wiederholt. Stellt man nämlich das Instrument ganz fest und horizontal, so kann man die Höhe der Instruments bis auf ½ Linie genau bestimmen; läßt man nun den Punct, den man beim Visiren in der Horizontallinie sieht, mehrmals unabhängig von einander bestimmen, und mißt jede Höhenangabe bis auf ½ Linie ab, so kann man, bei mehrmaliger Widerholung die Beobachtung, wenn die Grenze der Fehler nur ziemlich klein ist, ein Mittel für die Höhe des zweiten Signals erhalten, welches fast so genau, als man verlangt, werden kann, denn wenn man mit immer gleicher Sorgfalt dieselbe Höhe zwanzigmal bestimt, so müssen die Fehler sich größtentheils compensiren und es scheint, daß hiedurch eine überaus große Genauigkeit zu erreichen sei. Wo nun diese äußerste Genauigkeit nöthig ist, da wird freilich die Berechnung der Höhe eines sehr entfernten Gegenstandes nach der eben gelehrten Regel nicht zureichend sein, aber in den meisten Fällen wird man, glaube ich, damit ausreichen, doch müßte nun noch besonders untersucht werden, ob die Regel dieselbe bleibt, wenn der Lichtstral über einen trocknen Sandboden oder über Wasser oder andre verschiedenartige Gegenden geht, welches wol noch Zweifel leidet.

Es ließen sich nun auch Tabellen entwerfen für die scheinbaren Höhen, welche bei bestimter Abnahme oder Zunahme der Wärme in der Höhe statt finden, und diese mögten wol wahrscheinlich in jeder Gegend ihre Anwendung finden. Da aber die genaue Anwendung erst noch die Hülfe theoretischer Untersuchungen zu bedürfen scheint, so verspare ich weitere Folgerungen für den zweiten Theil dieses Werks, wo ich die Theorie näher zu entwickeln hoffe.

V. Vergleichung der Beobachtungen, welche aus Standpuncten von ungleicher Höhe angestellt sind.

59.

Die Anzahl der Beobachtungen, welche aus zwei ungleich hohen Standpuncten auf einerlei Gegenstand gerichtet wurden, ist zwar zu geringe, um daraus allgemeine Folgerungen ableiten zu können; indeß verdienen sie doch eine etwas nähere Betrachtung, welche ich jezt, zum Beschlusse dieses Abschnitts mittheilen will. Folgendes ist die geordnete Reihe dieser Beobachtungen.

Zeit der Beobachtung. 1805.		Scheinbare Höhen im niedrigen Standpuncte.		im hohen Standpuncte.	
Sept. 18.	9h 34′ bis 9h 42.′	3.′	8.″	1.′	26.″
Sept. 21.	12. 30.	3.	15.	1.	25.
		(3. 1 bis 3. 30.)		(1. 6 bis 1. 43.)	
Sept. 21.	8. 46.	3.	18.	2.	2.
		(3. 10 bis 3. 27.)		(1. 48 bis 2. 17.)	
Sept. 23.	2. 35.	3.	25.	2.	2.
Sept. 20.	9. 30.	3.	32.	2.	15.
Sept 19.	9. 0.	3.	40.	2.	10.
Sept. 16.	3. 45.	3.	47.	2.	13.
Sept. 20.	10. 33.	3.	48.	2.	21.
Sept. 21.	7. 57.	3.	59.	2.	34.
Sept. 26.	4. 50.	4.	5.	2.	30.
Sept. 18.	4. 28.	4.	14.	2.	44.
Sept. 21.	7. 44.	4.	18.	2.	43.
Sept. 22.	5. 20.	4.	21.	2.	40.

Zeit der Beobachtung. 1804.		Scheinbare Höhen im niedrigen Standpuncte.		im hohen Standpuncte.	
Sept. 20.	5h 53.′	4.′	26.″	2.′	50.″
Sept. 17.	6. 25.	4.	30.	2.	49.
Sept. 19.	4. 35.	4.	35.	3.	6.
Sept. 24.	5. 15.	4.	48.	3.	2.
Sept. 18.	5. 35.	4.	52.	3.	8.
Sept. 17.	5. 21.	4.	56.	3.	13.
Sept. 21.	5. 33.	5.	3.	3.	20.
Sept. 19.	5. 9.	5.	7.	3.	31.
Sept. 17.	5. 53.	5.	58.	3.	39.
Sept. 16.	5. 46.	5.	47.	3.	53.
Sept. 19.	5. 54 bis 6. 14.	5.	51.	4.	18.
Sept. 16.	6. 15 bis 6. 26.	6.	21.	4.	25.
Sept. 16.	6. 5.	6.	26.	4.	35.

Diese Beobachtungen scheinen folgender regulären Reihe correspondirender Höhen am nächsten zu kommen.

Correspondirende scheinbare Höhen.

Bei der Beobachtung im niedrigen Standpuncte.		im höhern Standpuncte.	
3.′	20.″	1.′	54.″
3.	40.	2.	12.
4.	0.	2.	29.
4.	20.	2.	44
4.	40.	3.	0.
5.	0.	3.	17.
5.	20.	3.	35.
5.	40.	3.	53.
6.	0.	4.	11.
6.	20.	4.	29.

Es findet also hier etwas ähnliches statt, wie bei den Beobachtungen, die auf gleich entfernte aber ungleich hohe Gegenstände gerichtet waren; so wie dort bei gleichförmig wachsender Höhe des höhern Gegenstandes der niedrige sich um die Zeit, da die Lichtstralen gradlinigt fortgehn, am schnellsten erhob; ebenso ändert sich auch hier die im niedrigen Standpuncte beobachtete scheinbare Höhe bei einem mittlern Zustande der Refraction am schnellsten, wenn man die Aenderung der im höhern Standpuncte beobachteten Höhe gleichförmig annimt.

Dritter Abschnitt.

Ueber einige besondre Phänomene, welche mit der Stralenbrechung in Verbindung stehen.

Ueber das scheinbare Zittern der Gegenstände.

60.

Wenn man entfernte Gegenstände durch das Fernrohr betrachtet, so erscheinen sie nur selten ganz still und unveränderlich, sondern meistens sieht man sie zitternd, ihre Lage und Gestalt von Augenblick zu Augenblick etwas ändern. Wenn diese Zitterungen nicht sehr heftig sind, so gleicht das Bild eines Gegenstandes demjenigen Bilde, welches man in einem Wasser, wo kleine Wellen auf der Oberfläche sind, erblickt; die Oberfläche eines Hauses z. B. ist nicht grade, sondern wellenförmig gekrümt, und diese Wellen laufen nach der Richtung des Windes fort. Zuweilen aber wird das Zittern so stark, daß man jene Wellen nicht mehr deutlich erkent, sondern den Gegenstand in sehr heftigem irregulären Schwanken erblickt, wobei zuweilen einzelne Stücke von der Oberfläche abgerissen, über demselben in der Luft zu schwimmen, aber auch augenblicklich wieder zu verschwinden scheinen. Diese Schwankungen sind am stärksten, wenn an warmen Tagen die Erde sehr erhizt ist, und sie nehmen dann zwar Nachmittags, wenn die Erde abkühlt, ab, aber gewöhnlich dauert eine gelinde Wellenartige Bewegung auch später noch fort.

Dieses scheinbare Zittern rührt offenbar davon her, daß die Luft zwischen dem Auge und dem Gegenstande nicht immerfort den Lichtstral gleich stark bricht, und bei der überaus veränderlichen Dichtigkeit der Luft läßt sich auch leicht einsehn, daß dieses nicht anders sein kann. Wenn die Erde und folglich auch die sie zunächst berührende Luft-Schicht sehr viel wärmer ist, als die Luft in größern Höhen, so ist die untere Luft leichter als die obere, und

es muß daher auf- und niedersteigende Luftströme geben, die von Augenblick zu Augenblick ihre Stelle verändern und daher denselben Punct des beobachteten Gegenstandes bald höher bald niedriger zeigen. Wirklich hat auch die Ansicht aller Gegenstände dann viele Aehnlichkeit mit dem was man bemerkt, wenn man durch ein gemischtes, also nicht in seinen kleinsten Theilen ganz homogenes Fluidum sieht. Der Wind treibt zu gleicher Zeit bald kältere bald wärmere Luft herbei und da die Temperatur der Luft alsdann um 1 Grad Reaum. und selbst noch mehr variiren kann, so sind diese Schwankungen gar wohl erklärlich.

Bei dieser irregulären Mischung dichterer und dünnerer Luft kann es sich auch wol einmal ereignen, daß die Lichtstralen sich durchkreuzen, und daher auf einen Augenblick der höher liegende helle Himmel innerhalb der Grenze des beobachteten Gegenstandes erscheint, und es das Ansehen hat, als ob ein Stück des Hauses oder eines andern Gegenstandes in der Luft schwebe; aber da die wärmern und kältern Luft-Massen unaufhörlich ihre Stellen ändern, so ist eine solche Erscheinung immer nur von kurzer Dauer.

Die Spiegelung unterwärts.

61.

Zu eben jener Zeit, wenn die Gegenstände (besonders diejenigen, welche man über Land sieht,) stark zitternd erscheinen, wenn nämlich die Erde sehr viel mehr erwärmt ist, als die höhern Luft-Schichten, so bemerkt man auch ein Phänomen, welches beim ersten Anblicke sehr auffallend ist. Entfernte Häuser und andre Gegenstände nämlich zeigen sich nicht in ihrer gewöhnlichen Gestalt, man sieht ihre untern Theile gar nicht, dagegen aber sieht man den obern Theil doppelt, und zwar einmal in der gewöhnlichen Stellung und dann unterwärts ein zweites umgekehrtes Bild, welches mit jenem unmittelbar zusammenhängt; und dieser ganze dunkle Körper scheint öfters nicht auf der Erde zu ruhen, sondern in ziemlicher Höhe in der Luft zu schweben.

Ich will diese Erscheinung jezt etwas umständlicher beschreiben, muß aber vorher noch bemerken, daß man sie selten bei der Aussicht über ein trocknes Land so deutlich sieht, als wenn der Lichtstral über Wasser geht, in jenem Falle nämlich erscheint der Gegenstand selbst und sein Bild meistens so heftig zitternd, daß man selten die kleinern Theile desselben deutlich erkennen kann; hingegen sieht man die jenseits einer Wasserfläche liegenden Gegenstände oft still genug, um beide Bilder selbst bis auf kleine Theile zu erkennen. Diese Verschiedenheit rührt ver-

merklich Bogen her, weil eine Landebne nicht so durchaus gleichförmig erwärmt ist, als der Wasserspiegel; jede im Schatten liegende Stelle hat eine kältere Luftmasse über sich, jeder mit Wasser gefüllte Graben wird weniger erwärmt als das trockne Land, und der Wind treibt nun diese einzelnen wärmern und kältern Luftmassen durch einander, und indem bald dichtere bald dünnere Luft durch die Gesichtslinie geht, entsteht jenes scheinbare Schwanken der Gegenstände, welches über dem Wasser so nicht statt finden kann, da es dort keine so ungleich erwärmte Luftmassen gibt.

62.

Um die Beschreibung des Phänomens deutlicher zu machen, will ich gleich das bestimmte Beispiel zweier neben einander liegender Gebäude von ungleicher Höhe nehmen, welches in der 8. Figur dargestellt ist. Hier mag A B die Horizontal-Linie vorstellen, in welcher das umgekehrte und aufrechte Bild einander berühren, so sieht man den Theil des Hauses A C und des Thurmes E F, welcher hierüber hervorragt, in seiner gewöhnlichen Gestalt, darunter aber das umgekehrte Bild A D und E G. Es ist hier der Fall dargestellt, da die Spiegelung so stark ist, daß der niedrigere Gegenstand ganz gespiegelt ist und um die Höhe D I oberhalb der Grenze des Wasserhorizonts oder über der Erde zu schweben scheint, der höhere aber sich nicht völlig ganz abspiegelt, sondern mit seinem obern Theile so auf dem Boden in G zu stehen scheint, wie wir sonst den Fuß des Gebäudes auf dem Boden zu erblicken gewohnt sind. L I G stellt also die Grenze des scheinbaren Horizonts vor, und diese Grenze erscheint gewöhnlich zitternd, indem das gespiegelte Bild bald höhere bald minder hohe Puncte mit in sich faßt.

Die Erfahrung zeigt, daß diese Spiegelnng sich nur auf Gegenstände von bestimter und nicht großer scheinbarer Höhe erstreckt; der Thurm erscheint nicht ganz gespiegelt, sondern blos der untere Theil ohngefehr blos bis an den Punct H; bei Lichtstralen also, die einen größern Winkel mit dem Horizonte machen, findet die Spiegelung nicht statt. Liegen das Haus und der Thurm nahe zusammen, so wird man wol ohne viele Ueberlegung sich berechtiget finden, anzunehmen, daß wenn das Haus A C sich bis an K erstreckte, nämlich bis an die durch H gezogene Horizontal-Linie, es noch ganz gespiegelt erscheinen würde; nun aber da das Haus nicht diese Höhe hat, sieht der Beobachter, wenn er nach dem Puncte K hinblickt, blos den hellen Himmel und der Streifen K C des Himmels wird sich ohne Zweifel ebenso abspiegeln, wie es ein an das Haus angefügter höherer Gegenstand thun würde; — der helle Streifen L I D den man unter dem Bilde des Hauses siehe, ist also nichts anders als das Bild von einem Theile K C des hellen Himmels. Und wenn auch diese Ueberlegung nicht überzeu-

gend genug wäre, so würde man die Richtigkeit dieser Behauptung gewiß nicht mehr in Zweifel ziehn, wenn man in der Abendröthe den Streifen L D eben so geröthet sieht, wie K C, oder gar die in K sich zum Untergange neigende Sonne, zu gleicher Zeit in L gespiegelt erblickte.

63.

Die eben angeführte Erfahrung, daß nur Gegenstände, deren scheinbare Höhe unter einer gewissen Grenze ist, gespiegelt erscheinen, läßt uns nun schon schließen, was erfolgen müsse, wenn bei unveränderter Lage des Auges der beobachtete Gegenstand, z. B. ein Schiff, näher rückt, oder wie ein dem Thurm E F ganz gleicher aber näher liegender Gegenstand erscheinen müsse. Je näher der Gegenstand dem Auge rückt, desto mehr nimt die scheinbare Höhe irgend eines Punctes H desselben zu, und folglich muß der gespiegelte Theil abnehmen. Wenn man daher ein sich näherndes Schiff anfangs ganz bis an die Spitze des Mastes abgespiegelt erblickt, und einen hellen Streifen unterhalb, so nimt bei einiger Annäherung zuerst der helle Streif an Breite ab; dann scheint die Spitze des gespiegelten Mastes den Horizont zu berühren; allmählig verschwindet das Bild vom obern Theile des Mastes, nur das halbe Segel z. B. steht noch gespiegelt auf dem Horizonte, welcher die Spitze des Mastes zu verdecken scheint, und über diesem halben gespiegelten Bilde sieht man das immer näher kommende Schiff in seiner aufrechten Stellung. Zugleich aber indem so immer weniger vom obern Theile des Schiffes im gespiegelten Bilde sichtbar bleibt, kommen immer mehr die niedrigern Theile des Schiffes selbst zum Vorschein. Bei einem sehr entfernten Schiffe kann zuweilen blos Mast und Segel in aufrechter und umgekehrter Stellung erscheinen, ohne daß man etwas von dem Rumpfe des Schiffes erblickt; aber dieser wird je mehr und mehr sichtbar, wenn das Schiff sich nähert. Die 9. Figur stellt diese Erscheinung einigermaßen dar, nämlich in A das entferntere, in B das nähere Schiff.

Aus diesen Schlüssen aber darf man nicht Folgerungen für den Fall herleiten, da das Auge sich mehr über die Erd- oder Wasserfläche erhebt. Bei größerer Erhebung des Auges vermindert sich die Höhe der Gegenstände über dem scheinbaren Horizonte, aber gleichwol erscheinen alsdann nicht mehr alle die Gegenstände gespiegelt, die man in einem niedrigern Standpuncte gespiegelt erblickte; sondern die Erscheinung ändert sich bei Erhöhung des Standpunctes ebenso wie bei Annäherung des Gegenstandes. Hieraus folgt, daß die Spiegelung schwächer ist für höhere Standpuncte, oder daß der Punct H (Fig. 8.) der noch eben gespiegelt erscheint, desto höher über dem scheinbaren Horizonte liegt, je mehr das Auge sich der Erdfläche oder Wasserfläche nähert.

64.

Das Phänomen läßt sich, wie aus dem Bisherigen erhellt, sehr wohl mit der gewöhnlichen Spiegelung vergleichen, es unterscheidet sich aber von dem was bei der Reflexion von Spiegelflächen statt findet, dadurch, daß hier die Winkel, welche der Lichtstral mit dem Horizonte oder mit der spiegelnden Fläche macht, sehr klein sein müssen, wenn ein umgekehrtes Bild erscheinen soll, und dann auch dadurch, daß hier das Bild gewöhnlich kleiner erscheint, als der direct gesehene Gegenstand, welches bei der Reflexion an einer Spiegelfläche nicht statt findet. Den leztern Umstand habe ich auch in Fig. 8 und 9. angedeutet, indeß findet das dort angenommene Verhältniß zwischen der Größe der beiden Bilder nicht immer statt, sondern

die Größe der beiden Bilder ist bald mehr, bald weniger verschieden. Hr. Woltmann nimt das umgekehrte Bild im Mittel etwa halb so groß als das aufrecht stehende an, ich selbst habe es mehrmals etwa gleich zwei Drittheilen des aufrechtstehenden gefunden, womit auch Hudsarts Beobachtung übereinstimt. (Vergl. Gilberts Annalen der Physik. III. Band. S. 257. 398 und XVII. B. S. 180.)

Aber der nahen Aehnlichkeit ungeachtet, kann man doch nicht annehmen, daß hier die Spiegelung durch Reflexion der Lichtstralen entstehe, denn wo sollte hier die polirte Fläche sein, auf welcher sich der Gegenstand abspiegelte? Vielmehr ist das Phänomen aus einer Refraction der Lichtstralen zu erklären, wie ich bald umständlicher zeigen werde, wenn ich vorher die Erfahrungen, die zu dieser Erklärung leiten, angeführt habe.

65.

Schon mehrere Beobachter haben bemerkt, daß die Spiegelung unterwärts statt findet, wenn die Wärme dicht an der Erde größer ist, als in der Höhe, und eben dieses zeigen auch meine Beobachtungen. Je mehr die Erdfläche erwärmt ist in Vergleichung der höhern Luft-Schichten, desto stärker ist die Spiegelung, oder desto mehr erstreckt sie sich auch auf Gegenstände, die höher über den scheinbaren Horizont hervorragen, so z. B. erschien das in meinen Beobachtungen vom Frühling 1805 angeführte Haus am 25. März um 9 Uhr und am 27. März um 10 Uhr ohngefehr ganz gespiegelt, wenn die Luft in 4 Fuß Höhe ¼ bis ½ Gr. kälter, als dicht an der Erde war, hingegen sah man einen breiten Luftstreif unter dem gespiegelten Bilde des Hauses am 24. März um 2¼ Uhr, am 25. März um 11½ Uhr, am 30. März um 11½ Uhr, als der Wärme-Unterschied ¾ bis 1¼ Gr. der achzigtheiligen Scale betrug.

Was hier die Beobachtungen im Großen an sehr entfernten Gegenständen zeigen, das fand auch Gruber bei Experimenten, die er mit einer erwärmten Eisenstange anstellte, und Wrede bei Beobachtungen an einer durch die Sonne erwärmten Mauer. Gruber bediente sich bei seinen Versuchen einer graden und eben gefeilten eisernen Stange, der aber durch eine Erdfarbe, womit sie überstrichen worden, aller Glanz genommen war, so daß sie im Geringsten nicht als eine Spiegelfläche betrachtet werden konte. Diese ward horizontal gelegt und an einer 2 Klafter entfernten Wand in der Richtung der Stange ein weißes Papier befestigt; diese Stange ward erwärmt, und alsdann erblickte man das Bild des weißen Papiers deutlich auf der schwarzen Stange, wenn man das Auge in der gehörigen Richtung brauchte. Gruber bestimmte bei verschiedener Temperatur der Stange den Winkel, welchen der von der Grenze dieses Bildes zum Auge kommende Lichtstral mit der Ebne der Stange machte und für die Grenze des gespiegelten Gegenstandes, oder als den größten Winkel, wobei diese Reflexion noch statt fand,

= 23 Min., wenn sie auf 52 Gr. Reaum.
= 9 Min., wenn sie auf 27 Gr.
= 2 Min., wenn sie auf 16 Gr.

erwärmt, und die Temperatur der Luft = 11 Gr. R. war. Um zu vergleichen, wie groß der Neigungswinkel des einfallenden und des abprallenden Strals sei, ließ Gruber durch einen Gehülfen denjenigen Punct, dessen Bild grade in der Mitte der Stange erschien, an dem weißen Papiere bemerken, und hier fand er fast immer den Winkel, welchen der abprallende

Stral mit der erwärmten Fläche machte, kleiner als den, welchen der einfallende Stral mit derselben machte; im Mittel verhielt sich jener zu diesem etwa, wie 5 zu 6, und das umgekehrte Bild müßte hienach $\frac{5}{6}$ mal so groß, als der direct gesehene Gegenstand erscheinen, doch fanden bei der Bestimmung dieses Verhältnisses ziemlich erhebliche irreguläre Ungleichheiten statt. Aehnliche Versuche stellte auch Wollaston an. Wrede machte ähnliche Beobachtungen an der Berliner Stadt-Mauer, und sah dort die umgekehrten Bilder mit großer Deutlichkeit; zuweilen waren diese Bilder mit Regenbogenfarben umgeben, (ein Umstand, den sonst, so viel mir bekant, noch niemand bemerkt hat); und auch er bemerkte, (wie Gruber und andre ebenfalls fanden), daß es hiebei nicht auf die absolute Wärme der Mauer, sondern auf den Unterschied zwischen der Wärme der Mauer und der Luft ankomme. Nach seiner Beobachtung war der Einfalls- und Abprallungswinkel ohngefehr gleich, und die Spiegelung fand selbst bei Stralen, wo der Einfallswinkel fast 1 Grad betrug, noch statt. *)

66.

Aus diesen Erfahrungen läßt sich nun, zwar noch keine genaue Theorie, aber doch eine oberflächliche Erklärung der Erscheinung herleiten. Wenn die Wärme nahe an der Erde sehr groß ist, so nimt die Dichtigkeit der Luft von der Erde an bis zu einer beträchtlichen Höhe zu, und die Aenderung der Dichtigkeit ist in den zunächst an der Erde anliegenden Schichten am größten. Lichtstralen, welche von einem Puncte B (Fig. 10.) so zu dem in A befindlichen Auge kommen, daß sie sich der Erde nicht bis auf 1 oder 2 Fuß nähern, werden daher zwar unterwärts gekrümt, (wie im 2. Abschn. schon erwähnt ist), aber diese Brechung beträgt doch bei weitem nicht so viel als bei denen welche zu den tiefern Schichten gelangen, wo die Dichtigkeit bei geringem Höhen-Unterschiede merklich abnimt. B C sei ein solcher, der Erde sehr nahe kommender Lichtstral. Da dieser bei seinem Fortgange niederwärts immer in dünnere Schichten kömt, so wird er immer mehr vom Lothe abgebrochen, bis seine Richtung endlich senkrecht auf das Einfallsloth oder der brechenden Ebne parallel wird. Wären nun die gleich dichten Schichten im strengsten Sinne Ebnen, so würde keine weitere Brechung statt finden, aber da diese Schichten sphärisch sind, so gelangt der Lichtstral, wenn er in D senkrecht auf den Radius D E fortgeht, sogleich in eine andre von der Erd-Oberfläche entfernte und folglich dichtere Schichte, er wird mithin jezt gegen das Einfallsloth zu gebrochen und fängt also an sich von der Erdfläche mehr und mehr zu entfernen, und da dieses fortdauernd geschieht, je weiter er fortgeht, so kann er endlich den Lichtstral B A schneiden. Wenn nun dieses in A erfolgt, so wird das Auge A den Punct B doppelt sehen, nach der Richtung der Tangenten dieser beiden Lichtstralen. Wäre F ein zweiter Punct, von welchem der Stral F A mit geringer, F G A aber mit starker Krümmung nach A kömt, so wird man den ganzen Gegenstand B F doppelt sehen, einmal als ob er in b f, das andremal als ob er in b″ f′ läge, das leztere Bild wird umgekehrt erscheinen, wenn die Lichtstralen die in der Figur gezeichnete Lage haben. Da die beiden

*) Umständlicher findet man diese Beobachtungen von Wrede in Gilberts Annalen. B. XI, S. 421, und die von Gruber, daselbst im Band III. S. 377. Wrede hat die Beobachtungen sehr umständlich und vollständig erzählt, seine auf die Theorie Bezug habenden Bemerkungen sind aber bei weitem nicht so schön und gründlich, wie die von Gruber. — Indeß wird jeder, den die Sache interessirt, beide Abhandlungen nicht ohne Belehrung lesen.

Lichtstralen, welche von demselben Puncte F ins Auge kommen, hier desto näher an einander fallen, je niedriger F liegt, so erhellet, daß es einen Punct H geben wird, für den beide Lichtstralen zusammenfallen, und daß von niedrigern Puncten desselben Gegenstandes gar keine Lichtstralen ins Auge kommen, diese also gar nicht gesehen werden können. Die ganze Untersuchung aber verdient noch eine umständlichere Erörterung.

67.

Es läßt sich leicht zeigen, daß die Bahn eines Lichtstrals, welcher in D die horizontale Richtung erreicht hat, aus zwei völlig gleichen Theilen, deren einer sich von D nach A und darüber hinaus, der andre von D nach B erstreckt, (Fig. 11.) bestehe, und daß D der Scheitel dieser aus zwei gleichen und ähnlichen Stücken bestehenden Curve ist. Man übersieht ferner, wenn L M F ein zweiter Lichtstral ist, dessen Scheitel M mit D gleich hoch liegt, daß beide Curven A D B, L M F einander ganz gleich sein werden. Hieraus aber läßt sich schließen, daß der Stral L M F nicht durch A gehn kann, denn die Tangenten, die man an gleich hoch liegende Puncte der beiden Curven, (und zwar, wie sich versteht, ihrer ähnlich liegenden Aeste) zieht, werden parallel und es ist folglich kein zweiter Durchschnittspunct möglich; ist B F also ein Gegenstand, von dessen obern Puncte B der Lichtstral B D A ins Auge kömt, so kann der von dem tiefer liegenden Puncte F ins Auge kommende Lichtstral seinen Scheitel nicht mit D in gleicher Höhe haben. Dieser Scheitel kann aber auch nicht niedriger liegen, als D, wie aus folgender Betrachtung erhellet.

Wir wollen uns mehrere von B ausgehende Lichtstralen vorstellen, B a, B e, B b und annehmen, daß B a und B b beide bei A ins Auge kommen, so ist zuerst klar, daß Lichtstralen, die oberhalb B a lägen, auch oberhalb A vorbei gehn werden. Der Lichtstral B c hingegen, der etwas unterhalb B a liegt, muß nach einem Puncte d hinkommen, der unterhalb A liegt, denn käme er auch nach A, so müßte man in A mehr als zwei Bilder des Punctes B sehn; nach dem Puncte d kömt gewiß noch ein zweiter nahe an B b und zwar oberhalb desselben liegender Lichtstral, und die Ansicht der Figur läßt schließen, daß es einen gewissen Lichtstral B e f geben muß, welcher die durch A gezogene Verticale in einem niedrigern Puncte f trift, als irgend ein andrer von B ausgehender Lichtstral. Denn da die zwischen B e und B b fallenden Stralen immer in tiefere Schichten kommen, so werden sie mehr aufwärts gebrochen und kommen nicht nach f, sondern näher nach A, und zwar desto näher an A, je mehr sie sich B b nähern. Wir dürfen also nun weiter schließen, daß Lichtstralen, deren anfängliche Richtung unterhalb B b fällt, nicht nach A, sondern nach einem oberhalb A liegenden Puncte kommen, sie dringen nämlich in das dünnere Medium tiefer ein, der Scheitel liegt niedriger als D, (aber zugleich näher nach B F zu), der Stral durchkreuzt B D A u. s. w.

Diese zwar nicht strenge mathematisch erwiesenen aber gleichwol sehr einleuchtenden Schlüsse, führen uns nun zur Erklärung aller Umstände, die bei der Erscheinung vorkommen.

Die Scheitel des von F nach A kommenden Lichtstrals, kann nicht niedriger liegen, als D; also kann der Lichtstral nicht die Lage F R A haben, denn wir haben gesehn, daß ein von B kommender Lichtstral, dessen Scheitel niedriger, als D läge, nach einem oberhalb A liegenden Puncte käme, es erhellt aber aus dem vorigen, daß ein von F kommender Lichtstral, dessen Scheitel mit dem von B kommenden gleich hoch liegt, die Verticale A Q in einem hö-

hern Puncte, als dieser, erreicht, mithin würde aus doppeltem Grunde der von F herkommende Lichtstral oberhalb A vorbei gehn, wenn sein Scheitel niedriger als D läge. Der Scheitel muß also, wie in F G A (Fig. 10.) höher liegen, als D und deswegen erscheint das untere Bild umgekehrt.

68.

Hieraus erklärt sich ferner, warum nur Gegenstände von einer geringen scheinbaren Höhe gespiegelt erscheinen. Denn da der Scheitel des Lichtstrals desto tiefer liegt, bei unveränderter Lage des Auges, je höher der Punct B ist, von welchem der Lichtstral ausgeht, so erhellt, daß es eine gewisse Höhe von B gibt, bei welcher der Scheitelpunct grade in die Oberfläche der Erde fällt, und daß folglich, da er für noch höhere Puncte unterhalb der Erdfläche liegen sollte, die von höhern Puncten herkommenden Lichtstralen von der Erde aufgefangen werden, und nicht zum Auge gelangen. Wenn also (Fig. 11.) D M die Erdfläche ist, so erscheinen einem Auge in A alle diejenigen Gegenstände, deren Spitzen in die Curve B S D fallen grade ganz gespiegelt, aber auf höhere Puncte erstreckt sich die Spiegelung nicht.

Verändert der Beobachter seinen Standpunct, so daß das Auge aufwärts nach Q rückt, so ist nun F M Q der lezte Stral, welcher noch ins Auge kömt, und F ist also der höchste Punct, welcher hier noch gespiegelt erscheint; denn ein z. B. von B kommender Lichtstral müßte tiefer in die mehr verdünte Luft-Schichte eindringen, um nach Q hinauf gebrochen zu werden, und die Erdfläche verhindert dieses. Es erhellt also, daß in höhern Standpuncten nur niedrigere Gegenstände noch ganz gespiegelt erscheinen.

Auch die Grenze, wo das gespiegelte und das aufrecht stehende Bild an einander stoßen, läßt sich nun bestimmen. Ich habe nämlich eben gezeigt, daß es einen gewissen Punct f gibt, unterhalb welchen gar keine von B kommende Stralen hin gelangen können. Stellt man sich nun in f ein Auge vor, so sieht dieses den Punct B nur einfach, und B ist hier derjenige Punct des Gegenstandes, wo die beiden Bilder zusammenstoßen, und man sieht von f aus alle unterhalb B liegenden Puncte gar nicht; hingegen würde man in f Gegenstände, welche über B hervorragten, in aufrechter und umgekehrter Stellung erblicken. In einem Standpuncte A, der höher als f liegt, wird ein unterhalb B liegender Punct als Grenze der beiden Bilder erscheinen.

68. b.

Ich muß nun noch die Frage beantworten, welchen Theil der Erdfläche oder der Oberfläche des Meeres man von irgend einem Puncte A, (Fig. 10.) aus, übersieht, oder wo die Grenze des sichtbaren Horizontes erscheint, wenn diese Spiegelung statt findet. Wenn der Lichtstral B C D derjenige ist, dessen Scheitel D die Erde in D berührt, so ist offenbar, daß von keinem Puncte T der Erdfläche, welcher entfernter als D ist, Lichtstralen nach A kommen können, denn selbst die von T in horizontaler Richtung ausgehenden werden oberhalb A hingehn. D also ist der äußerste Punct der Erdfläche, den man in A noch sieht, und diesen Punct glaubt man, wegen der Krümmung des Lichtstrals nach der Richtung A b″ zu sehn; die scheinbare Tiefe des Horizonts ist also um etwas sehr erhebliches größer, als sie bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen sein sollte. In dem Falle, da A und B gleich hoch über der Erdfläche D U liegen, befindet D sich grade mitten zwischen beiden, liegt A aber niedriger, als B, so rückt D näher nach A. Da nun desto höhere Puncte noch gespiegelt erschei-

nen, je niedriger das Auge sich befindet, so ist offenbar, daß der sichtbare Horizont sich mit der Erniedrigung des Auges sehr merklich verkleinern muß, welches auch wirklich sehr auffallend der Fall ist, wenn man auch die Höhe des Auges nur wenig ändert.

69.

Bisher nahmen wir an, daß die Stärke der Spiegelung oder daß das Gesetz, wie die Dichtigkeit der Luft in der Höhe zunimt, immer dasselbe bliebe; es ist also jezt noch zu untersuchen, welche Aenderung sich ergibt, wenn jenes Gesetz Aenderungen leidet. Die Zunahme der Wärme bei größrer Annäherung zur Erde sei also jezt geringer, als in dem eben betrachteten und in Fig. 11. dargestellten Falle, so wird offenbar der unter der Richtung B b von B ausgehende Lichtstral nun nicht mehr nach A kommen, denn er wird jezt weniger gebrochen, ist also in D noch nicht horizontal geworden, sondern erreicht die Erde eher, als seine Richtung horizontal ist. Der Stral B b kann also jezt für den Beobachter in A kein zweites Bild hervorbringen. Aber ein höherer Stral B e kann dieses noch weniger bewirken, denn da er selbst vorhin, bei stärkerer Brechung noch unterhalb A blieb, so ist das jezt noch weit mehr der Fall: der Punct B kann also jezt einem Beobachter in A nicht gespiegelt erscheinen, sondern die Spiegelung wird sich allenfalls nur auf niedrigere Puncte erstrecken; und wenn man B gespiegelt sehen wollte, so müßte man wenigstens seinen Standpunct niedriger in f nehmen. Auch die Grenze, in welcher sich die beiden Bilder berühren, liegt jezt niedriger. Wenn nämlich vorhin B der Punct war, den man von f aus nur einfach sah, oder wenn in diesem Puncte beide Bilder an einander stießen, so findet dieses jezt nicht mehr statt, sondern es können nun noch zwei verschiedene Lichtstralen von B nach f kommen, oder in f ein doppeltes Bild von B erscheinen, und es wird einen andern, niedrigern Punct, etwa F geben, bei welchem die beiden nach f gehenden Stralen in einen zusammenfallen.

Daß das umgekehrte Bild kleiner erscheinen müsse, als das aufrechte, läßt sich nicht mit Gewißheit folgern, indeß sieht man wol, daß bei der Durchkreuzung es möglich ist, daß der Winkel zwischen den Stralen A D, A G kleiner sei, als zwischen A B, A F (Fig. 10.) Das aber erhellt deutlich, daß das aufrechte Bild des Gegenstandes bei diesem Zustande der Luft größer erscheint, als bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen, denn der Stral A B geht durch höhere Schichten, und wird also weniger gebrochen, als A F.

70.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, muß ich doch noch ein Wort über die Erklärungen sagen, welche andre Naturforscher von diesem Phänomen gegeben haben. Sie sind alle darin einig, daß es von einer an der Oberfläche der Erde befindlichen sehr erwärmten Luft-Schichte herrühre, aber wie dieses geschehe, darüber ist ihre Vorstellung verschieden. *) Grubers Darstellung kömt fast in allem mit der hier mitgetheilten überein, und die vorigen Abweichun-

*) Hr. Wrede z. B. meint, es sei zwar gewiß, daß die Spiegelung von der Erwärmung der festen Ebne herrühre, aber nicht erwiesen, ob die Luft dabei an jener festen Ebne verdünt sei. Vorausgesetzt, sagt er, daß Wärmestoff und stralendes Licht durchaus repulsiv auf einander wirken, so läßt sich die Luftspiegelung blos aus den gegenseitigen Repulsivkräften beider in erwärmter Luft befriedigend erklären, und wir bedürfen zur Erklärung keiner Verdünnung der Luft. — Diese auf einer unerwiesenen Hypothese beruhende Erklärung verdient wol keinen Beifall.

gen, (wo er theils die Sache undeutlich, theils, wie mich dünkt, irrig vorträgt), sind von keiner großen Bedeutung. Hingegen enthält Hudbarts Theorie (Gilberts Annalen B. III. S. 257) einige bedeutendere Unrichtigkeiten.

Auch Hudbarts nimt dicht über der Erde eine Schichte verdünter Luft an, welche Verdünnung theils von Erwärmung, theils von Dünsten, die sich dicht an der Erd- oder Wasserfläche befinden, herrühre. Diese verdünte Schichts aber ist von keiner sonderlichen Höhe, und da also zunächst an der Erde die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe zunimt, in größern Höhen aber nach den bekanten Gesetzen abnimmt, so gibt es eine gewisse horizontale Ebne C D (Fig. 12.) wo die Dichtigkeit am größesten ist. Hudbarts nimt das Auge in A als oberhalb dieser dichtesten Schichte liegend an, und betrachtet daher die von B und F beinahe in grader Linie herkommenden Stralen B A, F A, als ein wenig oberwärts convex, die Stralen B G A und F E A aber als aus verschiedentlich gekrümten Stücken, so wie die Figur zeigt, zusammengesezt. Er glaubt, die Spiegelung könne nur dann statt finden, wenn der eine Stral F E A zu einem Medio kömt, in welches der andre von demselben Gegenstande herkommende F A nicht gelangt, also könten nur diejenigen Gegenstände gespiegelt erscheinen, die oberhalb der Ebne der größten Dichtigkeit liegen. — Diese Behauptungen sind nicht völlig richtig, denn die Schichte der größten Dichtigkeit liegt meistens höher als das Auge, wenigstens ist es gar nicht nothwendig, daß das Gegentheil statt finde.

71.

Etwas länger muß ich bei Wollastons Theorie verweilen, weil seine Darstellung viel Eigenthümliches hat. Er legt folgenden Saz zum Grunde: Wenn ein Medium aus unendlich dünnen parallelen Schichten besteht, deren Dichtigkeit nach einem stetigen Gesetze verschieden ist, so wird jeder Lichtstral, der mit der Richtung dieser Schichten parallel oder beinahe parallel durch das Medium geht, während des Durchgehens von seinem Wege abgelenkt, und diese Ablenkung ist den Incrementen der Dichtigkeit an dem Orte des Durchgangs proportional.

Sind nun zwei flüssige Materien von ungleicher Dichtigkeit, die sich blos in der Nähe der Berührungsfläche mit einander vermischen, über einander gegossen, so findet für dieses Medium folgendes Gesetz der Dichtigkeiten oder der Brechungskraft statt. In dem untern Raume befinde sich die weniger dichte, im obern die dichtere Materie und das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten werde (Fig. 13.) durch die Coordinaten a b, c d ausgedrückt; d f b stelle die Scale der Dichtigkeiten für die in der Nähe der Berührungsfläche liegenden Schichten vor. Weil eine Vermischung angenommen ist, so findet ein allmähliges Wachsen der Dichtigkeit in den Schichten, die zwischen g, h liegen, statt, und offenbar muß die Scale der Dichtigkeiten etwa in f einen Wendungs-Punct haben, weil sie in b sowol als in d der Axe parallel sein soll, (nämlich oberhalb c und unterhalb a die beiden Materien fast ganz unvermischt bleiben), in f also sind die Incremente der Dichtigkeit am größesten. Durch diese so gemischte Masse gehen nun Lichtstralen von B und F zu einem in A befindlichen Auge. Da oberhalb h das Medium beinahe gleichförmig ist, so kommen zuerst die in dieser Gegend liegenden Stralen B A, F A, beinahe gradlinigt zum Auge. Aber es kann noch ein zweiter Lichtstral von B

nach A kommen, denn sobald ein Lichtstral B C in denjenigen Theil des Medii kömt, wo die Dichtigkeit sich von Schichte zu Schichte ändert, so wird er gebrochen und kann aufwärts nach A gelangen. Diese Brechung ist am stärksten für Lichtstralen, die in der Schichte k k f fortgehn; es läßt sich daher denken, daß ein von F kommender Lichtstral F D A den vorigen durchkreuzen und ebenfalls nach A kommen werde. Vermöge dieser Lichtstralen sieht der Beobachter in A ein zweites und zwar umgekehrtes Bild des Gegenstandes B F. Und er kann sogar noch ein drittes Bild zu sehen bekommen, wenn ein von F kommender unterhalb C vorbei gehender Lichtstral F E A noch stark genug gebrochen wird, um nach A zu gelangen: — (daß dieses möglich sei, ist leicht zu übersehen), und dieses dritte Bild ist wieder aufrecht, weil ein von B kommender bis unterhalb k k eindringender Lichtstral dort in weniger brechende Schichten kömt.

Wie diese Sätze bei unserm Phänomene angewandt werden, erhellt nun von selbst: die verdünte Luft an der Erde ist nämlich hier das eine, die obere kalte Luft das andre Fluidum, und es sollte auch hier also unterhalb des umgekehrten Bildes noch ein zweites aufrechtes folgen; daß man dieses nicht bemerkt, rührt nach Wollastons Meinung davon her, weil die Schichte verdünter Luft unterhalb k f zu niedrig ist, um noch für die folgenden Lichtstralen Raum zu lassen, oder weil der Punct k, wo die Incremente der Dichtigkeit am größesten sind, ganz dicht an der Erde liegt.

Daß sich die Sache bei Fluidis, die blos nahe an der Berührungsfläche sich vermischen, wirklich so verhalte, zeigt Wollaston auch durch Versuche. Er goß klaren Syrup in eine Flasche und darüber mit gehöriger Vorsicht reines Wasser. Das Wasser stand anfangs ganz abgesondert über dem Syrup, löste aber nach und nach etwas davon auf, so daß nun eine solche Mischung entstand, wie wir eben angenommen haben. Betrachtete er nun, nachdem diese Vermischung vorgegangen war, einen an der andern Seite der Flasche (in gehöriger Entfernung) gehaltnen Gegenstand, so sah er ihn durch den Syrup aufrecht, durch die gemischte Schichte aber ein verkehrtes und ein zweites aufrechtes Bild, (die hier oberhalb des ersten erschienen, weil hier das dichtere Medium zu unterst war.) Ueber die Stelle, wo man den Gegenstand hinter der Flasche halten muß, um ihn so zu sehen, gibt Wollaston noch umständlichere Erörterungen, die ich übergehe, da ich hier blos das Wichtigste aus seiner Abhandlung ausheben kann.

Diese Versuche, deren er mehrere anstellte, sind allerdings recht artig, gleichwol sind sie, wie es mir scheint, nicht ganz entscheidend, denn es wäre wol möglich, daß die Schichten bei diesen Versuchen keine genaue Ebnen bildeten, sondern die eine oder andre Flüssigkeit, wegen mehrerer Anhänglichkeit an das Glas, sich am Rande in die Höhe zog, und hieraus konten ebenfalls Verzerrungen und mehrfache Bilder entstehn. — Ueberzeugender ist der Versuch mit einer rothglühenden Eisenstange, an deren Oberfläche die Brechung der Lichtstralen wirklich so erfolgte, daß man drei Bilder des Gegenstandes sah. Bei einer so sehr erhizten Eisenstange liegt also die Schichte der größten Incremente der Dichtigkeit noch weit genug von dem festen Körper ab, um auch das dritte Bild sichtbar werden zu lassen, welches bei der gewöhnlichen Spiegelung in der Luft nicht der Fall ist. Wollaston führt noch einige Beispiele von starker Spiegelung und der dabei statt findenden Erwärmung des Bodens an: z. B. daß er einmal Gegenstände von 9 Min. scheinbarer Höhe und nur $\frac{1}{4}$ engl. Meile Entfernung gespie-

gelt sah, als das Thermometer im Sande 101 Fahrenh. Grade, in 4 Zoll Entfernung vom Boden 82 Gr. und in 1 Fuß Höhe 76 Gr. zeigte. *)

Uebrigens brauche ich wol kaum anzuführen, daß diese Theorie im Wesentlichen mit der oben mitgetheilten ganz nahe übereinkömt, außer daß Wollaston noch ein drittes Bild findet. Aber auch dieses Bild hätte sich aus den Lehren des 66. und folg. §. herleiten lassen, wenn wir nicht angenommen hätten, daß die stärkste Brechung erst dicht an der Erde statt fände. — Dieses von Wollaston gefundene dritte Bild interessirt uns hier nicht, wir werden aber in der Folge sehen, daß es bei den Spiegelungen oberwärts allerdings zuweilen sichtbar wird.

Die Spiegelung oberwärts.

72.

Wenn die Gegenstände unterwärts gespiegelt erscheinen, so sieht man zugleich ihr aufrechtes Bild weniger hoch über dem scheinbaren Horizonte, als es bei gradlinigtem Fortgange der Lichtstralen erscheinen würde, und man kann daher, wenn man diese Spiegelung bemerkt, gewiß sein, daß die zu dieser Zeit bestimte Höhe eines Gegenstandes zu klein ist. Findet man, daß die Spiegelung unterwärts allmählig abnimt und endlich ganz verschwindet, so ist der Zeitpunct, da sie aufhört, ziemlich genau derjenige, wo man Höhen-Messungen anstellen sollte, oder wo die Lichtstralen in der Nähe der Erde sehr nahe gradlinigt fortgehen: — durch Hülfe dieser Beobachtung kann man also auf eine leichte und ziemlich sichre Weise sich in Stand setzen, genaue Höhen-Messungen anzustellen.

Bei einem mittlern Zustande der Refraction sieht man immer nur ein einziges Bild des Gegenstandes in seiner natürlichen Lage und bemerkt blos, daß bei zunehmender Stärke der Refraction die scheinbare verticale Größe der Gegenstände abnimt, daher sie alsdann breiter in Vergleichung ihrer Höhe erscheinen. Nur, wenn die Refraction sehr zunimt, ereignet es sich zuweilen, daß wieder mehrere Bilder desselben Gegenstandes sichtbar werden, und daß man eine Spiegelung oberwärts zu sehen glaubt. Diese Erscheinung ist selten und mir ist kein Fall bekant, wo man sie bei der Aussicht über einen festen Boden gesehen habe, doch muß ich es unentschieden lassen, ob dieses zufällig ist, oder ob sie wirklich nur über einer Wasserfläche statt finden kann, oder wenigstens am leichtesten statt findet. Ich selbst habe das Phänomen nur selten gesehn, und bei allen meinen Beobachtungen sah man nicht einmal alle jenseits des Wassers liegenden Gegenstände oberwärts gespiegelt, sondern dieses fand nur in einzelnen Gegenden statt und andre, dem Anschein nach ebenso günstig liegende, (ebenso entfernte, und ebenso niedrige) Gegenstände erschienen in ihrer gewöhnlichen Gestalt. Dieser Umstand zeigt, daß hiebei Verschiedenheiten in den Luft-Schichten statt finden müssen, welche nur hie und da diese auffallende Brechung der Lichtstralen erlauben. Da ich selbst nie die Erscheinung in der Vollkommenheit mit der Deutlichkeit gesehen habe, wie Vince sie beschreibt, (vgl. Gilb. Ann. B. IV.) so will ich aus Vince's Erzählung hier das Wichtigste mittheilen.

---

*) Wollastons Untersuchungen findet man in Gilberts Annalen. XI. B. S. 1.

73.

Das Ungewöhnliche dieser Erscheinung besteht eigentlich darin, daß man über dem Gegenstande, den man in seiner natürlichen Lage erblickt, noch ein zweites umgekehrtes und ein drittes aufrechtes Bild in der Luft schwebend sieht. Alle drei Bilder sind an Größe und Deutlichkeit einander ziemlich gleich, auch sah Vince sie gut begrenzt, welches sonst gewöhnlich nicht der Fall ist. Gewöhnlich nämlich sieht man das umgekehrte Bild sehr lang niederwärts verzerrt, so daß es oft bis an das in gewöhnlicher Stellung erscheinende Bild des Gegenstandes herabreicht, wenn gleich eigentlich ein beträchtlich leerer Raum dazwischen bleiben sollte. Dabei pflegt es auch zitternd und undeutlich begrenzt zu erscheinen.

Die Bilder zeigen sich am vollkommensten an sehr entfernten Gegenständen. Vince beobachtete Schiffe, die ihre Entfernung änderten; waren diese sehr weit entfernt, so daß man nur noch die Spitze ihres Mastes über dem Horizonte sah, so erblickte man in einiger Entfernung oberhalb dieses Mastes ein Bild des Mastes und zugleich des ganzen Schiffs in umgekehrter Stellung, und darüber noch ein aufrechtes Bild, wie in Fig. 14. Je weiter sich das Schiff entfernte, desto größer ward der Zwischenraum c d zwischen den Bildern. Ein andres Schiff, wovon man anfangs auch nur die Spitze des Mastes sah, näherte sich und dabei änderten die Erscheinungen sich auf folgende Weise. Zuerst sah man nur die Spitze des Mastes über dem Horizonte hervorragen, über demselben aber ein umgekehrtes und darüber ein aufrechtes Bild des ganzen Schiffes und zwischen den beiden obern Bildern einen Streifen des Meerwassers, welcher die beiden Bilder, die man von dem Rumpfe des Schiffes sah, trente. Als das Schiff näher kam, näherten sich die Spitzen des Mastes der beiden untern Bilder, die Spitze des obern Bildes aber verschwand; bei größerer Annäherung blieb von dem obern Bilde immer weniger zu sehen, es blieb zulezt nur der Meeresstreifen sichtbar, und endlich verlohr sich auch dieser; das umgekehrte Bild näherte sich immer mehr dem untern aufrechten Bilde und obgleich das Schiff nicht so nahe kam, daß die Masten sich berührten, so läßt sich doch aus einer andern Beobachtung schließen, daß bei mehrerer Annäherung der am höchsten liegende Theil des umgekehrten Bildes (der Rumpf des Schiffes), zuerst verschwunden sein würde. — Eine Aenderung in der Höhe des Auges brachte keine Aenderung in der Erscheinung hervor, selbst als Vince von 25 Fuß bis zu 80 Fuß oberhalb der Meeresfläche stieg.

74.

Diese Beschreibung, mit der Woltmans und meine eigenen Beobachtungen in der Hauptsache übereinstimmen, lehret uns die Natur des Phänomens einigermaßen, obgleich nicht vollständig kennen, und ich will jezt einige Vermuthungen über die Umstände, welche diese sonderbare Brechung der Lichtstralen bewirken, mittheilen.

Ich habe im zweiten Abschnitte gezeigt, daß die Gegenstände hoch erhoben erscheinen, wenn die obere Luft sehr viel wärmer, als die untere ist, und folglich die Dichtigkeit der Luft in der Höhe sehr schnell abnimt. In den gewöhnlichen Fällen gehen dann die Lichtstralen etwa so, wie B E A, F G A (Fig. 15.) fort, und man sieht den Gegenstand nur einmal und aufrecht. Es kann aber auch bei sehr schneller Abnahme der Dichtigkeit der Fall eintreten, daß ein Lichtstral B H, der schon beträchtlich höhere Luftschichten erreicht hat, wieder herabwärts gebrochen wird, und so nach A kömt. Denn indem der aufwärts gehende Lichtstral in

immer dünnere Schichten kömt, wird er mehr und mehr vom Lothe abgebrochen und kann endlich mit dem Einfallslothe einen rechten Winkel machen, oder den horizontalen ungleich dichten Schichten parallel werden. Sobald aber dieses erfolgt ist, so kann er in die höher liegenden dünnern Schichten, in die er bei gradem Fortgange, weil sie sphärisch sind, eintreten sollte, nicht mehr eindringen, sondern wird zurückgelenkt und tritt in dichtere Schichten wieder ein, wo sein Weg, sobald er einmal ein wenig niederwärts gerichtet ist, immer stärker herabwärts gekrümt wird, weil er nun immer dichtere und dichtere Luftschichten antrift. So also ist es möglich, daß auch die Stralen B H A und F I A ins Auge kommen. Es ist nun leicht abzunehmen, daß wir auch hier von den zwischen B H und B E liegenden Lichtstralen annehmen müssen, daß sie nicht nach A kommen, sondern die durch A gehende Verticale in einem höhern Puncte schneiden; damit aber dieses möglich sei, muß in der Gegend von H, wo der Lichtstral B H A sich am meisten erhebt, die Dichtigkeit der Luft mit vermehrter Schnelligkeit abnehmen, je mehr man sich erhebt, damit die vermehrte Brechung das nicht blos ersetze, sondern auch überwiege, was durch die veränderte anfängliche Richtung des Strals, (indem dieser nämlich etwas höher aufwärts geht), verlohren ist. Setzen wir nun aber dieses als erwiesen voraus, daß die Brechung in der Gegend H I desto stärker ist, je höher man steigt, so erhellt, daß ein Stral F I A, der von F nach A kommen soll, den Stral B H A schneiden und seinen Scheitel höher haben muß, als dieser. Läge der Scheitel beider gleich hoch, so könte F I A nicht zum zweitenmal den Stral A H B durchschneiden; läge der Scheitel von jenem niedriger, so ginge F I in der Gegend von A höher hinauf, als derjenige von B kommende Stral, dessen Scheitel mit ihm gleich hoch liegt, dieser leztere geht aber mit A weg, also jener noch mehr; soll also ein Stral F I von F nach A kommen, so muß sein Scheitel höher liegen, als der Scheitel oder der höchste Punct des Strales B H A. Ob aber ein solcher Stral F I nach A gelangen kann, hängt von dem Gesetze ab, wie die Dichtigkeit in der Höhe abnimt, und offenbar ist dieses auch nur bis zu einer gewissen Höhe des Punctes F möglich, und niedrigere Puncte werden in A nicht mehr auf diese Weise gesehen werden.

75.

So erklärt sich also die Entstehung des ersten umgekehrten Bildes sehr ungezwungen. Es läßt sich nun auch die Grenze bestimmen, wo das umgekehrte Bild mit dem in seiner natürlichen Lage erscheinenden Gegenstande zusammenstößt. Da die zunächst über B E liegenden Lichtstralen oberhalb A vorbei gehn, und auch die zunächst unter B H liegenden dicht an A vorbei gehn, so muß es unter den zwischen B H und B E liegenden Stralen einen B M geben, der am höchsten über A, nämlich in M ankömt. Dieser Punct M ist nun derjenige, wo B nur einfach, die tiefer liegenden Puncte F aber doppelt erscheinen, und von M aus gesehn, berühren sich beide Bilder in B; in A hingegen wird ein höherer Punct die Grenze beider Bilder sein. Daß Vince behauptet, die Erhöhung des Auges ändre nichts in der Erscheinung, kann also nicht im strengsten Sinne wahr sein, aber vielleicht muß man ziemlich hoch steigen, um die Aenderung in der Grenze des Bildes zu bemerken, vielleicht bemerkte auch Vince sie deswegen weniger, weil die Grenze der beiden Bilder bei den Gegenständen, die er beobachtete, nicht genau bezeichnet war, sondern in den hellen Himmels-Raum fiel. Hätte er im untern Standpuncte grade die Spitzen der Masten als einander berührend gesehn,

so würde eine kleine Aenderung deutlicher zu erkennen gewesen sein, und er hätte alsdann wahrscheinlich im höhern Standpuncte die Spitzen der Masten gar nicht gesehn, sondern die Bilder hätten sich vielleicht mit der Mitte der Segel berührt, so als ob gar kein höherer Theil des Mastes vorhanden wäre. Ist nämlich N der Punct, der von M aus gesehen, B der Punct, der von M aus gesehen, die Grenze der Bilder macht, so kann kein Lichtstral von N nach M kommen, (wenigstens keiner, der mit diesen beiden Bildern zusammengehörte.) Denn die oberhalb B O liegenden von B ausgehenden Lichtstralen gehen unterhalb M vorbei, und dieses werden auch die von N, ohngefehr parallel mit B H ausgehenden thun, daher von N allenfalls nur solche Stralen, die sehr hoch über H weggehn, nach M kommen können. — Diese aber gehören einem andern Bilde an, wovon ich bald reden werde. Da nun das, was hier von Puncten oberhalb B in Beziehung auf M gesagt ist, auf ähnliche Weise für ein in A befindliches Auge gilt, wenn man es auf Puncte oberhalb N bezieht, so erhellt nun, daß man in A den Gegenstand N F erstlich in seiner natürlichen Lage sieht, dann aber zweitens oberhalb des Punctes N ein umgekehrtes Bild desselben Gegenstandes, welches mit seinem obern Theile an N anschließt und höhere Gegenstände, die bei N etwa vorhanden wären, zu verdecken scheint, so daß diese gar nicht gesehen werden. Aber nun entsteht die Frage, bis zu welchem Puncte F herab sich das obere umgekehrte Bild erstreckt, und was dem Beobachter oberhalb desselben erscheinen müsse?

Für die Grenze des Bildes läßt sich nun zwar weiter keine Bestimmung angeben, aber es erhellt, daß es irgend einen Punct D unterhalb F geben müsse, welcher der lezte ist, von dem noch ähnliche Stralen, wie F I A zum Auge kommen, denn sonst müßte man annehmen, daß die Brechung der höher gehenden Stralen ohne Ende fort zunähme. D also sei dieser äußerste Punct, von dem noch ein durch P, zwischen I und L durchgehender Lichtstral nach A kömt; so führt diese Voraussetzung zu der nothwendigen Folgerung, daß ein Lichtstral, der unterhalb D, von Q aus und durch P ginge, oberhalb A vorbei gehe; ein andrer hingegen, der von F aus und ebenfalls durch P geht, die Verticallinie A C in einem unterhalb A liegenden Puncte trift. Da aber dieses statt findet, so muß irgend ein Lichtstral, der von F aus oberhalb P vorbeigeht, wie F L A, wieder in A eintreffen und ein drittes Bild von F zeigen. Da also, wo der Punct D als äußerster Punct des umgekehrten Bildes erscheint, gränzt an dieses oberwärt ein drittes aufrechtes Bild, welches die Puncte F, B und so weiter abermals zeigt, und wofern die Dichtigkeit oberhalb L sich nicht plötzlich, sondern nach dem Gesetze der Stetigkeit ändert, so wird dieses bald alle höhern Puncte B, N bis zu jeder Höhe hinauf mit umfassen.

76.

Die ganze Erscheinung würde sich also, wenn diese Vorstellungs-Art die richtige ist, so übersehen lassen. Ein Auge in A sieht oberhalb der Grenze der Meeresfläche, welche mit F zusammenfallen, oder dem Beobachter nach der Richtung A g erscheinen mag, den Gegenstand F N in aufrechter Stellung; an N fügt sich ein umgekehrtes Bild desselben Gegenstandes und je höher hinauf die Gesichtslinie des Beobachters A i gezogen wird, desto niedriger liegende Puncte des Objectes trift dieselbe; aber dieses erreicht eine Grenze D, und wenn A d die Richtung ist, wo der Beobachter diesen äußersten Punct D erblickt, so sieht er in größern scheinbaren Höhen etwa nach der Richtung A l, A k nicht niedrigere, sondern höhere Puncte

des Gegenstandes und zwar muß er nun den Gegenstand D F B N, wenn er auch noch höher hinauf reichte, ganz in seiner aufrechten Stellung sehen.

In einem höhern Standpuncte M erblickt man an dem untersten Bilde tiefer liegende Theile als in A, weil der Horizont diese nun nicht mehr verdeckt, man wird also jezt den Gegenstand D B, etwa von D an aufrecht sehn; aber nicht den ganzen Gegenstand sieht man bis an N, sondern nur den untern Theil D B; an B fügt sich das umgekehrte Bild, welches den obern Theil N B zu verdecken scheint, zugleich aber jezt niedrigere Puncte als vorhin mit umfaßt, so daß man z. B. auch Q noch erblickt; an das Ende dieses Bildes grenzt endlich das dritte aufrechte, welches alle oberhalb Q liegende Puncte zeigt. Stellt also Fig. 14. die Erscheinung so dar, wie sie in einem niedrigen Standpuncte erscheint, so wird in einem höhern Standpuncte im untern Bilde ein größerer Theil des Segels gesehen werden, die Spitze der Masten c, d, werden sich einander mehr nähern, oben bei e wird man den Rumpf des Schiffes noch vollständiger und vielleicht einen Streifen Wasser dazwischen sehn, und dann wird erst das obere Bild folgen.

77.

So müßte sich das Phänomen zeigen, wenn sich alles genau so verhielte, wie hier vorausgesezt worden, wenn nämlich die Krümmung der Lichtstralen bis an P immerfort zunähme, oberhalb P aber sich regulär verminderte, und wenn jede horizontale Luftschichte überall gleich dicht wäre. Die Beobachtungen stimmen aber mit dieser aus der theoretischen Darstellung gefolgerten Beschreibung des Phänomens nicht ganz überein. Nach meiner Beschreibung nämlich sollte das obere aufrechte Bild nie fehlen, sondern wenn auch die untern Bilder unvollständig wären, z. B. bei einem Schiffe sich in der Mitte des Mastes berührten, (so wie bei A Fig. 16 und 17.) so sollte doch im obern Bilde des Schiffes oberer Theil vollständig zu sehen sein. Daß dieses sich nicht so findet, scheint davon her zu rühren, weil die zu dieser Brechung geschickten Schichten sich nicht weit erstrecken, es sich also ereignen kann, daß die Scheitel K, L der höhern Stralen in eine Gegend fallen müßten, wo das Gesez der Dichtigkeit ein andres ist; denn aus der Irregularität, die man bei dieser Erscheinung bemerkt, läßt sich allerdings schließen, daß die Gegend I, H, wo die sehr starke Brechung statt findet, nur sehr beschränkt ist, weil es gewöhnlich nur einzelne Gegenstände sind, die so gespiegelt erscheinen. Vince's Beobachtung, daß bei einem sich nähernden Schiffe zuerst das obere Bild und dann das umgekehrte von oben herabwärts zu verschwinden anfing, dürfte also nicht zu Erklärung der Hauptsache bei diesem Phänomen angewandt werden, sondern scheint mir daraus erklärt werden zu müssen, daß die Scheitel K, L, I, H, nach der Ordnung, wie ich sie hier genant habe, aus der Gegend, wo die starke Brechung statt fand, heraus traten.

Ueberhaupt fehlt es uns noch an Beobachtungen über diese Erscheinung, und es ist eben nicht viele Hofnung, daß wir deren sobald recht viele und entscheidende erhalten. Denn gewöhnlich zeigt sich das obere scheinbar gespiegelte Bild so undeutlich, daß man wenig genau bestimtes darüber sagen kann. Bei einigen Beobachtungen, die ich selbst angestellt habe, schien das obere Bild, welches sich als in der Luft schwebend darstellte, ganz verschieden von dem zu sein, welches man darunter etwas deutlicher erblickte; vielleicht sah man hier oben Gegenstände, die im untern Bilde hinter dem Horizont verborgen blieben. Gewöhnlich dauert die Erscheinung nur kurze Zeit, und man sieht sie zuweilen abwechselnd bald in einer bald in

der andern Gegend. Vince sah so gar einmal das Bild eines Schiffes abwechselnd verschwinden und wieder erscheinen. Dieses alles deutet auf mannigfaltige Aenderungen in dem Zustande der Atmosphäre, worüber man sich auch eben nicht wundern kann, da die Erscheinung gewöhnlich bei gewitterhaftem Zustande der Luft statt findet, wo wol manche Processe in der Atmosphäre vorgehen mögen, von denen wir blos deswegen nichts bemerken, weil sie keine in der Ferne empfindbare Aenderungen hervorbringen.

78.

Eine Erscheinung muß ich noch erwähnen, die ebenfalls hieher gehört. Am 8. April 1806 nämlich erschien die Sonne beim Untergange in einer solchen Gestalt, wie Fig. 18. zeigt. Hier ist offenbar a c b das aufrechte, d c e das umgekehrte und d f e das zweite aufrechte Bild. Ich hatte damals kein Fernrohr zur Hand, aber am folgenden Tage, wo die heitre Witterung mit Ostwind fortdauerte, zeigte sich beim Untergange der Sonne etwas ähnliches, obgleich die Spiegelung schwächer war, und diese Erscheinung habe ich mit dem Fernrohr beobachtet. Die Sonne erschien nämlich wie Fig. 19. und als sie tiefer sank, trente sich das Stück oberhalb des Einschnitts ab, schwebte noch abgesondert einen Augenblick und verschwand dann. Etwas später trente sich noch ein zweiter solcher Streifen. — — Die Sonne erschien zitternd und daher schlecht begrenzt, indeß war diese Erscheinung sehr deutlich. — — Tages vorher waren Nachmittags auch einige südlich liegende Gegenstände oberwärts gespiegelt.

Diese Spiegelung der Sonne könte, dünkt mich, gar nicht statt finden, wenn die Schichte, worin die starke Brechung erfolgte, sich sehr weit, z. B. über den ganzen Gesichtskreis, erstreckt hätte. Stellt nämlich (Fig. 20.) d c die Oberfläche der Erde, b die Gegend vor, wo der Scheitel des Strals lag, so würde, wenn in a eben so starke Brechung, als in b statt fände, keine Vervielfachung des Bildes möglich gewesen sein.

79.

Wie sich diese Erscheinung nach Wollastons Theorie erklären läßt, brauche ich wol nicht aus einander zu setzen, die Erklärung kömt in der Hauptsache mit der meinigen überein; aber seine Darstellung, als ob zwei ungleichartige Fluida sich mischten, scheint mir nicht so klar und überzeugend, als die von mir gewählte.

Ueber die Ursache aber, welche jene ungleiche Brechungskraft der Luft-Schichten hervorbringt, muß ich doch Wollastons Meinung und seine recht artigen Versuche noch anführen. Wollaston findet diese Ursache in der schnellen Verdünstung, und auch Gilbert stimt ihm hierin bei. *) Ich muß gestehen, daß mir diese Meinung nicht ganz gefällt, obgleich auch Saussüre und Delüc die schnelle Abkühlung der Erd-Oberfläche kurz nach Sonnen-Untergang der Ausdünstung zuschreiben. Da sich um diese Zeit so erheblich viel tropfbares Wasser niederschlägt, so will es mir nicht einleuchten, wie grade dann auch der entgegengesetzte Proceß in vorzüglichem Grade statt finden sollte. — Doch das gehört weniger hieher. Bei diesem Phänomene scheint mir der Umstand, daß die untere Luft am kältesten ist, und in

*) Herr Gilbert hat in den Annalen der Physik alles Wichtige, was über die verschiedenen Phänomene der Stralenbrechung bekannt geworden, gesammelt und mit vielen, sehr lehrreichen Anmerkungen begleitet, die im 3. 4. 5. 11 und 12. Band der Annalen nachgelesen zu werden verdienen.

der Höhe die Wärme beträchtlich zunimt, der wichtigste zu sein, und bei Wollastons Versuchen war freilich die schnelle Verdünstung das Mittel, um diese Unterschiede der Temperatur hervorzubringen. Wollaston bestrich nämlich eine Glas-Platte mit Aether und sah, während dieser sehr schnell verdünstete, die Gegenstände erhoben, wenn er längst der horizontal gelegten Oberfläche der Glas-Platte hinsah. Auch die Spiegelung oberwärts beobachtete er bei einem ähnlichen Versuche. Er ließ nämlich einen 5 Fuß langen Trog von Holz machen, aber statt der beiden Wände an beiden Enden Glasscheiben einsetzen, um über dem Boden hinsehn zu können. Ward nun der Boden stark mit Aether benezt und das Auge etwa 15 Fuß entfernt, so sah man ein umgekehrtes Bild von Gegenständen, die etwa 70 F. entfernt waren. Die Gegenstände selbst konte man nicht zu gleicher Zeit sehn, weil der feste Boden sie verdeckte, die Schichte von Aetherdampf, (oder die merklich erkältete Luft-Schichte), hätten höher sein müssen, um diese beiden Bilder zugleich zu sehn.

80.

Ich kann aber diesen Gegenstand unmöglich verlassen, ohne noch ein Wort über die Fata Morgana zu sagen, die gewiß mit diesem Phänomene verwandt ist. Es ist sehr zu bedauern, daß es uns an einer Beschreibung, was man bei der Fata Morgana denn eigentlich sieht, fast ganz fehlt, denn, wenn z. B. Angelucci und andre die Sache so beschreiben, als ob sie Säulen, Wasserleitungen und Schlösser gesehen hätten, so ist uns damit wenig gedient, und es ist gewiß genug, daß sie alles dieses nicht sahen, sondern es sich nur dabei dachten, weil die Erscheinung eine Aehnlichkeit damit hatte. Die Morgana für eine bloße Luftspiegelung, so wie wir sie kennen, zu halten, scheint deswegen nicht anzugehn, weil alsdann die Italiäner doch wol die verzerrten Gegenstände eben so gut erkennen würden, wie unsre Küsten-Bewohner es thun; auch findet bei unsrer Spiegelung der schnelle Wechsel der Erscheinungen nicht statt, von dem die Beschreibungen der Morgana reden, und blos ein einziges von Vince beobachtetes Phänomen zeigt uns auch hier einen ähnlichen Wechsel. Bei einem Schiffe nämlich sah Vince das umgekehrte Bild zuweilen verschwinden, und dann, schnell aufwärts fahrend, wieder entstehen; und diese Beobachtung leitet zu einer Vermuthung über die Fata Morgana, die, wie mich dünkt, vieles für sich hat. Könte es nämlich nicht eine veränderliche Spiegelung oberwärts sein? — In unsern Gegenden ist die Erscheinung immer wenigstens so lange unveränderlich, daß wir Zeit haben, die Gegenstände zu unterscheiden und auch bei zu- oder abnehmender Stärke der Spiegelung die allmähliche Aenderung zu bemerken; aber bei schnellen Aenderungen im Zustande der Atmosphäre könte dieses wol anders sein. Nimt man solche schnelle Wechsel in der Stärke der Spiegelung an und fügt hinzu, daß vielleicht zu gleicher Zeit nach der einen Richtung die Spiegelung stark, nach der andern schwächer sein kann, so könten bei der Aussicht auf eine Gegend, wo mehrere Gegenstände hinter oder über einander liegend gesehen werden, zuweilen Gegenstände neben einander erscheinen, die man gar nicht neben einander zu sehen gewohnt ist. Es könten z. B. wenn an dem Ufer, wohin man sieht, Häuser, dahinter Waldungen und in noch größerer Entfernung eine Stadt mit hohen Thürmen läge, bald die Häuser, bald der Wald, bald die Stadt sich im gespiegelten Bilde zeigen, und selbst zu gleicher Zeit könte man an einer Stelle die nähern, an der andern die entferntern Gegenstände im Bilde erblicken. Sezt man nun hinzu, daß die so hoch durch die Luft gehenden Lichtstralen Gegenstände sichtbar machen, an

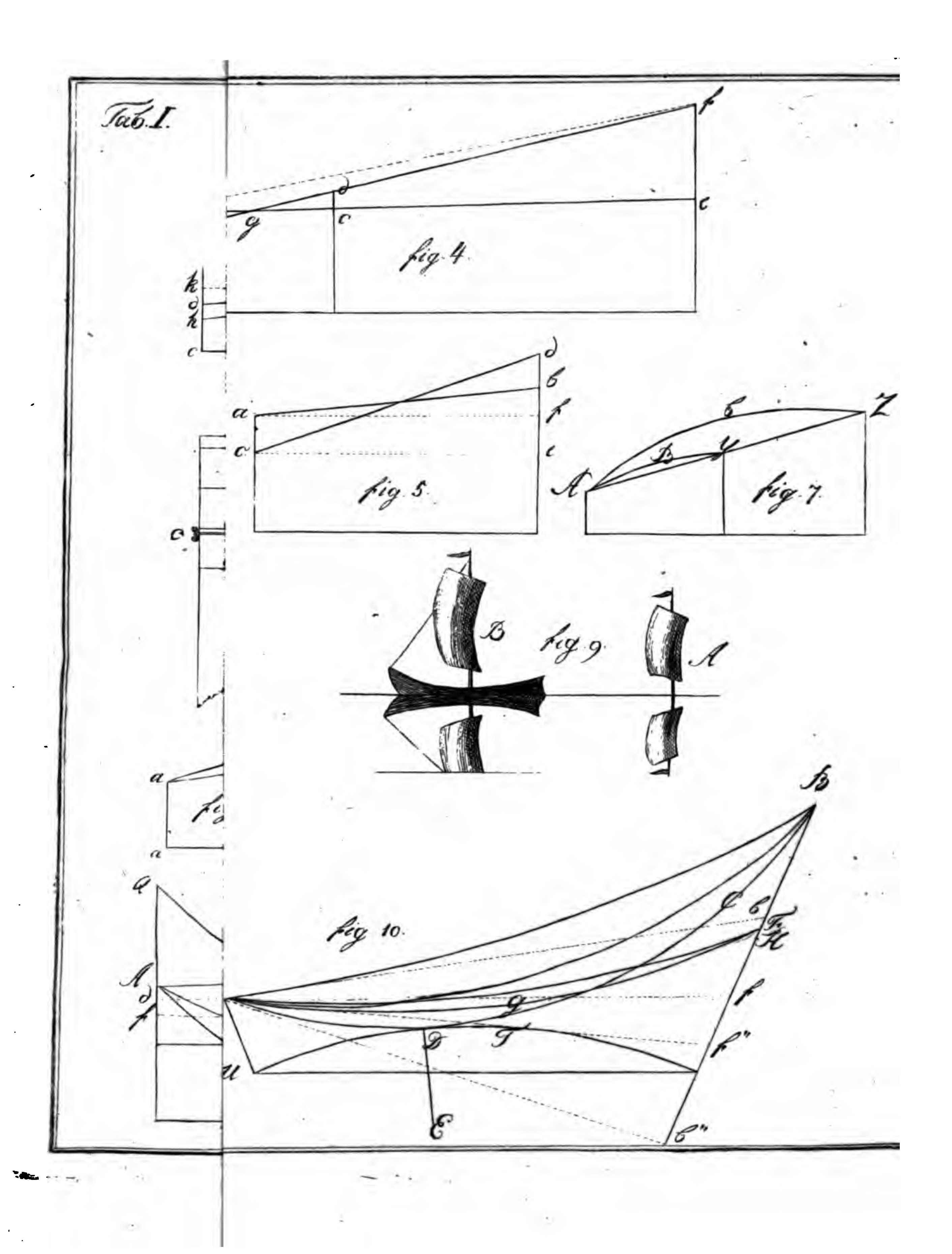
die man, ihrer Entfernung wegen gar nicht denkt, (so wie z. B. Vince in den höhern Bildern das Seewasser neben dem Rumpfe der Schiffe sah, von deren Masten er im untern Bilde, obgleich auch das schon ungewöhnlich erhoben war, nur die Spitzen erblickte), und daß in einer reich bebauten Gegend hundert verschiedne Gegenstände hinter einander liegen und abwechselnd zum Vorschein kommen können, so scheint es sehr erklärlich, wie die Erscheinung ein so wundervolles Ansehen erhalten konte.

Um diese Vermuthung zu prüfen, müßte ein Beobachter in der Gegend, wo die Morgana gesehen wird, sich eine bestimte Richtung durch aufgestellte Signale bemerken, und die Erscheinungen, die sich an diesem einzigen Puncte des Horizonts zeigten, möglichst genau anmerken, er würde dann vielleicht finden, daß es nur eine gewisse Anzahl von Erscheinungen für diesen Punct gäbe, die in wechselnder unordentlicher Folge immer wieder kämen, und wenn er dann die in dieser Richtung liegenden Gegenstände untersuchte, so würde er vermuthlich die Originale zu den verschiedenen Bildern finden, und so der Fata Morgana den Schein des Wunderbaren rauben, aber gewiß nicht sie des zauberischen Reitzes berauben, den dieses Spiel wechselnder Gestalten ohne Zweifel besitzen muß.

Verbesserungen. *)

S. 3. Z. 6. v. u. statt betrachtet: muß stehen betrachtet, — S. 3. Z. 4. v. u. st. andern, daß muß stehen: andern. Daß. — S. 6. Z. 12. lies: zu beobachtenden. — S. 12. Z. 4. v. u. st. des Wassers l. das Wasser. — S. 14. Z. 16. v. u. st. Sept. 19. l. Sept. 29. — S. 14. 11. Z. der lezten Columne st. 1 : 1, 85 l. 1 : 0, 85. — S. 18. Z. 4. v. u. st. fast l. fest. — S. 23. 12. Z. der zweiten Columne muß die Entf. v. Nr. VIII. nur 15530 F. sein. — S. 27. Z. 23. st. Gestandes l. Gegenstandes. — S. 32. Z. 11. muß es heißen 8 Uhr 46 Min. — S. 45. 2. Columne 2. Z. muß stehen: 5/13. — S. 50. Z. 2. l. 2139/2143 st. 2139/2133. — S. 50. Z. 9. l. VI st. IV. — S. 50. Z. 10. l. 4.′ 55.″ st. 4.′ 57.″ — S. 51. Z. 6. l hoch. — S. 54. Z. 2. l. Jul. st. Jun. — S. 58. Z. 5. muß in der ersten Columne VI st. VII stehen. — S. 62. Z. 10. in der dritten Columne l. 2. 57. st. 3. 57. — S. 62. Z. 16. erste Columne l. 5. 28 bis 5. 37. — S. 64. Z. 9. l. VI st. IV. — S. 64. Z. 7. l. IX st. XI. — S. 67. Z. 9. der dritten Col. l. bis 2. 5 st. 2. 6. — S. 67. Z. 8. der vierten Col. l. 7. 33 st. 7. 32. — S. 71. Z. 6. der ersten Col. l. Jun. 25 st. Jun. 2. — S. 71. Z. 12. v. u. muß: und IX, nur einmal stehen. — S. 72. Z. 5 l. XI st. VI. — S. 80. Z. 8. der dritten Col. l. 5. 14, 5 st. 4. 14, 5. — S. 81. Z. 11. d. zw. Col. l. 5. 56 st. 6. 56. — S. 87. Z. 7. v. u. l. 4.′ 55.″ st. 4.′ 5.″ — S. 87. Z. 3. v. u. l. schon eine einzige st. eine. — S. 88. Z. 10. v. u. ist das Zeichen ± auszustreichen. — S. 94. Z. 16 lezte Col. l. 2. 15 st. 1. 15. — S. 96. Z. 27. der ersten Col. l. 7. 53. st. 7. 40. — S. 96. Z. 15. der lezten Col. l. 3. 25 st. 3. 35. — S. 99. lezte Z. der dritten Col. l. 8. 35 st. 8. 25. — Tabelle II. muß in der Zeile vom 1. Jun. 4h 54′ das Wort: Sonnenschein, über der Col. IV und V stehn. — Tab. II. am 3. Jun. Abends muß der neben 6h 18′ stehende Thermometer-Stand 12 Gr. gelesen werden. — Tab. III. am 4 Jun. steht in der ersten Col. für die Zeit einmal 5h 20′ st. 6h 20′ — Daselbst Jun. 5. muß die erste Zeitangabe 4h 37′ heißen. In eben dieser Zeile muß die Hohe von II gelesen werden ÷ 1. 22 st. — 1. 12. — Tab. IV. am 8. Jun. um 7h 38′ war die Höhe von IX 3.′ 35,″ 5 und nicht 2.′ 35,″ 5. — Tab. V. am 12. Jun. um 4h 53′ war die Höhe von IV 8.′ 54,″ 5 und nicht 8.′ 45,″ 5. Die lezte Zeitangabe in der zweiten Zeitcolumne der ersten Seite muß 5. 15 heißen statt 5. 4. am 13. Jun. um 7h 40′ war die Höhe von I, 2.′ 24.″ und nicht 2.′ 44.″ am 13ten um 7h 49′ war die Höhe von II, 0.′ 58.″ und nicht 0.′ 28.″ — Tab. IX. am 25. März um 11h 58′ stand das Therm. im Mittel 4 3/8 und nicht 5 5/8. Daß in dieser Tabelle einmal u. auch sonst zuweilen 4 1/4 Fuß Höhe steht statt 4 3/4 F. Höhe ist ein Druckerfehler. — Tab. XI. die Beob. am 10. Apr. sind alle Abends angestellt.

*) Um die vielen in diesem Buche vorkommenden Zahlen möglichst genau zu berichtigen, waren alle Zahlen doppelt reducirt und berechnet und dann das Manuscript zweimal aufs sorgfaltigste durchgesehen, so daß es, so weit dieses möglich ist, völlig als fehlerfrei betrachtet werden durfte. Nach Vollendung des, im Ganzen sehr richtigen, Abdrucks, habe ich nun alles und insonderheit die Zahlen sammtlich noch einmal mit dem Manuscript verglichen und hoffe demnach, daß nach Verbesserung obiger Druckfehler in Rücksicht der Genauigkeit und Zuverlassigkeit aller Angaben, nichts zu wünschen übrig bleibt.


Tab. I.
fig. 4
fig. 5
fig. 7
fig. 9
fig. 10

JW

